

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ  
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

**Кафедра екології та технології рослинних полімерів**

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ М.Д. Гомеля

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**Дипломний проект**

**на здобуття ступеня бакалавра**

**з напрямку підготовки (спеціальність) 6.051301 Хімічна технологія (161  
Хімічні технології та інженерія)**

**на тему: Цех з виробництва паперу для простирадл з целюлози у системі  
Публічного акціонерного товариства «Кохавинська паперова фабрика» з  
розробленням технологічного потоку**

Виконала:

студентка IV курсу, групи ЛЦ-51

Портюх Крістіна Валеріївна \_\_\_\_\_

Керівник:

асистент, к.т.н.,

Остапенко Аліна Анатоліївна \_\_\_\_\_

Рецензент: \_\_\_\_\_

Засвідчую, що у цьому дипломному  
проекті немає запозичень з праць інших  
авторів без відповідних посилань.

Студентка \_\_\_\_\_

Київ – 2019 року

# ВІДОМІСТЬ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ

№ з/п	Формат	Позначення	Найменування	Кількість листів	Примітка
1	A4		Завдання на дипломний проект	2	
2	A4	ДП 5112.00.000 ПЗ	Пояснювальна записка	85	
3	A1	ДП 5112.01.000 ТК	Технологічна схема	1	
4	A1	ДП 5112.02.000 ТК	План цеху	1	
5	A1	ДП 5112.03.000 ТК	Поперечний розріз	1	
6	A1	ДП 5112.04.000 ТК	Поздовжній розріз	1	

				ДП 5112 00.000.00		
	ПІБ	Підп.	Дата			
Розробн.	Портюх К.В.			Відомість дипломного проекту	Лист	Листів
Керівн.	Остапенко А.А.				1	1
Заф.каф.	Гомеля М.Д.				КПП ім. Ігоря Сікорського Каф. Е та ТРП Гр. ЛЦ-51	

**Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»**

Інститут/факультет інженерно-хімічний

(повна назва)

Кафедра екології та технології рослинних полімерів

(повна назва)

Рівень вищої освіти – перший бакалаврський

Спеціальність (спеціалізація) 6.051301 Хімічна технологія (161 Хімічні технології та інженерія)

(код і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

М.Д. Гомеля

(підпис)

(ініціали, прізвище)

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**ЗАВДАННЯ  
на дипломний проект (роботу) студенту**

Портюх Крістіні Валеріївні

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Цех з виробництва паперу для простирадл з целюлози у системі Публічного акціонерного товариства «Кохавинська паперова фабрика» з розробленням технологічного потоку

Керівник проекту (роботи) Остапенко Аліна Анатоліївна асистент, к.т.н.,

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від «22» квітня 2019р. № 1323-с

2. Строк подання студентом проекту (роботи) 07 червня 2019 р.

3. Вихідні дані до проекту (роботи) папір для простирадл з целюлози

4. Зміст (дипломної роботи) пояснювальної записки (перелік завдань, які потрібно розробити) Описати та обґрунтувати реконструкцію технологічного потоку, розробити технологічну частину, розрахувати матеріальний баланс, навести теоретичні відомості, описати будівельну частину та розробити заходи щодо охорони навколишнього середовища.

5. Перелік графічного (ілюстративного) матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслеників, плакатів, презентацій тощо) технологічна схема, план цеху, поздовжній розріз, поперечний розріз.

6. Дата видачі завдання 19 квітня 2019 р.

### Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту	Строк виконання етапів проекту	Примітка
1	Отримання завдання	19.04.2019	
2	Розробка технологічної схеми	19.04.2019-30.04.2019	
3	Технологічна частина	30.04.2019-05.05.2019	
4	Розрахункова частина	05.05.2019-10.05.2019	
5	Оформлення графічної частини	10.05.2019-20.05.2019	
6	Будівельна частина	20.05.2019- 25.05.2019	
7	Розробка заходів з захисту довкілля	25.05.2019-02.06.2019	

Студент

\_\_\_\_\_  
(підпис)

К.В. Портюх

\_\_\_\_\_  
(ініціали, прізвище)

Керівник проекту

\_\_\_\_\_  
(підпис)

А.А. Остапенко

\_\_\_\_\_  
(ініціали, прізвище)

**Пояснювальна записка  
до дипломного проекту**

**на тему:** Цех з виробництва паперу для простирадл з целюлози у системі  
Публічного акціонерного товариства «Кохавинська паперова фабрика» з  
розробленням технологічного потоку

## АНОТАЦІЯ

Дипломний проект: стор.85 , рис.3 , табл.11 , першоджерел 11, додатків 1.

Метою дипломного проекту було розроблення технологічного потоку з виробництва паперу для простирадл з целюлози на основі Публічного акціонерного товариства «Каховинська паперова фабрика».

Наведено стандарти та сертифікати якості на сировину, хімікати та готову продукцію.

Розроблено та описано технологічну схему з виробництва паперу для простирадл.

Розраховано матеріальний баланс води та волокна, а також тепловий баланс контактено-конвективного методу сушіння, для виробництва 1 т продукції.

Проведено розрахунок та вибір основного обладнання.

Описано об'ємно-планувальне і конструктивне рішення будівлі цеху.

Наведені заходи щодо охорони навколишнього середовища.

ЦЕЛЮЛОЗА, РОЗПУСК, РОЗМЕЛЮВАННЯ, ОЧИЩЕННЯ, СОРТУВАННЯ,  
ПАПЕРОРОБНА МАШИНА, ТЕХНОЛОГІЯ ATMOS, ПАПІР САНІТАРНО-  
ГІГІЄНІЧНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

## **ABSTRACT**

Diploma project: pag.85 , draw. 3, 11 tables, primary sources 11, addition 1

The purpose of the diploma project was to develop a technological flow for the production of paper for a sheet on the basis of the Public Joint Stock Company "Kakhovinsky Paper Mill".

The standards and quality certificates for raw materials, chemicals and finished products are given.

A technological scheme for the production of sheet metal sheets has been developed and described.

The material balance of water and fiber has been calculated, as well as the thermal balance of contact-convection drying method, for the production of 1 ton of product.

The calculation and selection of basic equipment has been carried out.

The volume-planning and constructive decision of the building of the shop is given.

The measures on environmental protection are given.

CELLULOSE, DISSOLUTION, GRINDING, CLEANING, SORTING, PAPER  
MACHINES, ATMOS TECHNOLOGY, TISSUE PAPER

## ЗМІСТ

### ВСТУП

1	ОБҐРУНТУВАННЯ ТА РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПОТОКУ З ВИРОБНИЦТВА ПАПЕРУ ДЛЯ ПРОСТИРАДЛ.....	7
---	---	---

2	ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА ПАПЕРУ ДЛЯ ПРОСТИРАДЛ.....	9
---	---	---

2.1	Характеристика сировини, хімікатів і готової продукції.....	9
-----	---	---

2.2	Технологічна схема та її опис.....	13
-----	------------------------------------	----

2.3	Теоретичні відомості про основні процеси виробництва.....	17
-----	---	----

2.3.1	Розмелювання волокнистих напівфабрикатів.....	17
-------	---	----

2.3.2	Формування паперового полотна.....	19
-------	------------------------------------	----

2.3.3	Пресування паперового полотна.....	20
-------	------------------------------------	----

2.3.4	Сушіння паперового полотна.....	22
-------	---------------------------------	----

2.3.5	Крепування паперу.....	24
-------	------------------------	----

2.3.6	Особливості паперу санітарно-гігієнічного призначення.....	26
-------	--	----

3	ВИЗНАЧЕННЯ ПОТРЕБИ В СИРОВИННИХ РЕСУРСАХ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ПАПЕРУ.....	28
---	--	----

3.1	Блок-схема балансу води і волокна.....	28
-----	--	----

3.2	Вихідні дані для розрахунку матеріального балансу.....	29
-----	--	----

3.3	Розрахунок матеріального балансу.....	32
-----	---------------------------------------	----

3.4	Тепловий баланс.....	66
-----	----------------------	----

4	ВИБІР ОСНОВНОГО ОБЛАДНАННЯ.....	69
---	---------------------------------	----

5	ОБ'ЄМНО-ПЛАНУВАЛЬНЕ РІШЕННЯ БУДІВЛІ ЦЕХУ.....	76
---	---	----

6	ЗАХОДИ ЩОДО ОХОРОНИ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА.....	80
---	---	----

### ВИСНОВКИ

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ



## ВСТУП

Виробництво паперу основи для санітарно-гігієнічної продукції у відсотковому співвідношенні регулярно посідає провідне місце серед виробництв паперу різного цільового призначення в Україні за даними рейтингів асоціації «УкрПапір».[1] Такі дані пояснюються високим попитом на даний тип продукції, що виробляється з паперу основи санітарно-гігієнічного напрямку.

Високий попит в свою чергу можна обґрунтувати тим, що вироби санітарно-гігієнічного напрямку на основі целюлози не поступаються аналогічним виробам із текстильних матеріалів, в той час як за капітальними витратами на виробництво являються в рази дешевшими.

На сьогодні в середньому у світі споживання санітарно-гігієнічного паперу становить близько 3,6 кг/люд. на рік. У економічно розвинутих країнах світу цей показник значно вищий: в Європі – 13,1, в Швеції – 19, а в США – 23,1 кг/люд. В Україні споживання санітарно-гігієнічної продукції тримається на рівні 2 кг/люд., що є одним із найнижчих показників у світі[1].

Зазвичай продукцію санітарно-гігієнічного та побутового напрямку умовно розділяють на дві групи. До першої відносяться вироби, виготовлені з тонкого вологовбирного крепованого або гладкого паперу. Основною сировиною для них служать целюлозні волокна. До другої групи належать вироби виготовлені з довгих волокон рослинного, а також штучного походження. Ці волокна довші, ніж звичайні целюлозні, що використовуються при виробництві паперу.[2]

Перелік виробів разового або короточасного використання як першої,

так і другої груп досить різноманітний. До них крім серветок, рушників, хустинок, туалетного паперу, пелюшок і санітарних кульків належить ще і одяг швидкого зношування, в тому числі халати, робочий спецодяг, простирадла, наволочки, скатертини, фіранки. Крім того, випускаються, рушники, ганчірки для витирання, чищення і полірування, серветки, прокладки, хірургічна білизна тощо. Для медичних потреб асортимент виробів із санітарно-гігієнічного паперу стає досить розширеним: вологовбирні серветки і тампони для ран, спеціальні серветки, оброблені біологічно активними препаратами, простирадла разового використання[2].

Маса 1 м<sup>2</sup> паперу для виготовлення санітарно-побутових виробів коливається в межах від 10 г/м<sup>2</sup> до 50 г/м<sup>2</sup>, в залежності від цільового призначення паперу. Всі зазначені вироби можуть випускатися одношаровими або багатшаровими. Їх основна відмінність від відповідних текстильних матеріалів по споживчому призначенню полягає у терміні використання, тому вони повинні бути недорогими [2].

Паперові простирадла випускають частіше з двох шарів вологостійкого крепованого паперу у вигляді рулонів з перфорацією або запакованих окремих листів. Простирадла виготовляють з целюлози хвойних або листяних порід, мають високий індекс вбирання вологи/

Простирадла знаходять широке застосування у сфері охорони здоров'я, в оглядових і процедурних кабінетах, без них не обійтись при проведенні косметологічних процедур у салонах краси і масажних кабінетах. Простирадла одноразові чудово виконують свої задачі, забезпечують комфорт та гігієну [3]. Виготовляють даний вид санітарно-гігієнічного паперу ПрАТ «Київський картонно-паперовий комбінат», ПАТ «Каховинська паперова фабрика»

## **1 ОБГРУНТУВАННЯ ТА РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПОТОКУ З ВИРОБНИЦТВА ПАПЕРУ ДЛЯ ПРОСТИРАДЛ**

Публічне акціонерне товариство "Кохавинська паперова фабрика" (ПАТ"Кохавинська паперова фабрика") — одне з небагатьох підприємств України, що виробляє якісний папір-основу для товарів санітарно-гігієнічного призначення, а також широкий асортимент готових виробів: туалетний папір "Кохавинка" у рулончиках та аркушах, паперові рушники, папір для протирання та інші.

Кохавинська паперова фабрика розпочала свою діяльність у далекому 1939 році — саме тоді було побудовано Кохавинську целюлозно-паперову фабрику, неподалік від древнього монастиря у селі Кохавинка.

На сьогоднішній час, завдяки оновленню та удосконаленню виробництва, наше підприємство демонструє високі темпи росту об'ємів виробництва та гарантує високу якість своєї продукції. Вироби ПАТ «Кохавинської паперової фабрики» здобули визнання та популярність серед споживачів.

На сьогоднішній день потужність паперових машин становить 19 тис.тон на рік, переробного обладнання – 90 млн.рулончиків на рік, підприємство володіє мережею збуту та власним транспортом. Продукцію виготовляється тільки з екологічно чистої сировини.[3]

Метою дипломного проекту було розроблення технологічного потоку з виробництва паперу для простирадл в системі Публічного акціонерного товариства «Кохавинська паперова фабрика».

В запропонованій технологічній схемі передбачено наступні особливості:

— підготовку волокнистих напівфабрикатів (евкаліптової та хвойної целюлози)

здійснювати окремими потоками, з метою збереження властивостей сировини;

- використання для розмелювання хвойної та евкаліптової целюлози дискових млинів, що дозволить зменшити питомі витрати енергії завдяки зниженню гідродинамічних втрат; спростити обслуговування і зменшити експлуатаційні витрати, за рахунок більш простої конструкції як самого млина, так і розмелювальної гарнітури;
- додавання у композицію паперу 40% сульфатної вибіленої евкаліптової целюлози. Це дозволяє знизити собівартість паперу та підвищити його показники якості, такі як: м'якість, вбирну здатність та непрозорість. Збільшення евкаліптової целюлози в композиції паперу призводить до зменшення механічних показників, однак підвищує капілярне всмоктування;
- встановлення машини для виробництва санітарно-гігієнічного паперу з технологією Atmos, перевагами якої є:
  - виготовлення високоякісного паперу зі значним зменшення споживання електроенергії;
  - папір, отриманий за даною технологією, потребує на 20% менше свіжого волокна, ніж за звичайною схемою виробництва, за рахунок зменшення витрат волокна під час формуючої частина папероробної машини;
  - зниження капітальних витрат, оскільки відсутня необхідність у великих компонентах для підготовки гарячого повітря;
  - ключовим елементом системи – відсмоктувальний вал, через який проходить спеціальна сітка AtmosMax та у якому виникає розрідження (близько 0,5 бар), що сприяє видаленню води з паперу.

## 2 ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА ПАПЕРУ ДЛЯ ПРОСТИРАДЛ

### 2.1 Характеристика сировини, хімікатів і готової продукції

Папір для простирадл виготовляються згідно з ДСТУ 8399 «Папір для виробів санітарно-гігієнічної призначеності», показники якості наведено в таблиці 2.1

Таблиця 2.1

Назва показника	Норма для паперу марок												Метод випробування
	СГ-15	СГ-16	СГ-17	СГ-18	СГ-19	СГ-20	СГ-22	СГ-24	СГ-29	СГ-35	СГ-40	СГ-45	Згідно з
1.Маса паперу площею 1 м <sup>2</sup> , г	15±1	16±1	17±1	18±1	19±1	20±1	22±2	24±3	29±2	35±2	40±3	45±3	ДСТУ 2297
2.Ступінь крепування у машинному напрямі,%	5,0												Згідно з ДСТУ 2334
3.Руйнівне зусилля у сухому стані, Н, не менше:													Згідно з ДСТУ 2334 та 6.9
- машинному напрямку	1,0	1,1	1,2	1,3	1,6	1,6	1,8	2,2	2,8	3,5	4,0	4,5	
поперечном у напрямку	0,5	0,5	0,6	0,7	1,0	1,0	1,2	1,4	1,8	2,2	2,5	3,2	

4.Капілярне всмоктуван ня у серед. з двох напрямків, мм, не менше	22,2			Згідно з ГОСТ 12602
5 Руйнівне зусилля у волоному стані Н, не менше	0,2	0,3	0,4	Згідно з ГОСТ 13525

Продовження таблиці 2.1

Назва показника	Норма для паперу марок			Метод випробува ння
6. рН водної витяжки х.е.	4,5-8,0			ДСТУ ISO 6588-
7. Вологість, %	6,0 <sup>+2,0</sup> <sub>-1,5</sub>			ГОСТ 13525.19
8. Білість для незабарвлено- го паперу, % -без оптич- ного вибілювача -з оптичним вибілювачем	80       90			Згідно з ДСТУ EN 12625-7

Для виготовлення паперу для простриділ як сировина використовується сульфатну білену евкаліптову целюлозу виробництва BOTNIA (Фінляндія) згідно з сертифікатом якості, показники якої, наведено в таблиці 2.2 і хвойна целюлоза марки ХБ–4 згідно з ГОСТ 9571 (таблиця 2.3).

Таблиця 2.2 – Характеристика показників якості евкаліптової целюлози

Показник	Значення
----------	----------

Розривна довжини, км	5,7
Міцність на злом під час багаторазових перегинів, чпп	211
Опір роздиранню, мН	960
Розривне зусилля, мН	66
Білість, %	89
Щільність, г/см <sup>3</sup>	0,5
Питомий об'єм, г/см <sup>3</sup>	1,7
Товщина, мкм	140

Таблиця 2.3 – Показники якості целюлози

[illegible]



Для надання паперу вологоміцності застосовують поліамідоаміно-епіхлоргідринну смолу марки Fennostrength PA 21 згідно з сертифікатом якості (таблиця 2.4)

Таблиця 2.4 – Характеристика продукту

Показник	Значення
Вміст сухої речовини, %	20,5 – 21,5
В'язкість, 25° С, мПа·с	40 – 90
рН	3,0±0,5
Щільність, кг/дм <sup>3</sup>	1,03
Вміст епіхлоргідрину и дихлорпропанола, %	<0,1

Показники якості вибілювача марки BL 201 згідно з ТУ У 20.1-36634124002 наведено в таблиці 2.5

Назва показника	Характеристика
Зовнішній вигляд	Прозора рідина без механічних включень
Колір	Від жовтого до темного-жовтого
Густина, кг/м <sup>3</sup>	1,175±0,015
Динамічна в'язкість, по Брукфільду, сПз	30,0±10,0
рН середовища	10,6±1,0

Таблиця 2.5 – Показники якості

## 2.2 Технологічна схема та її опис

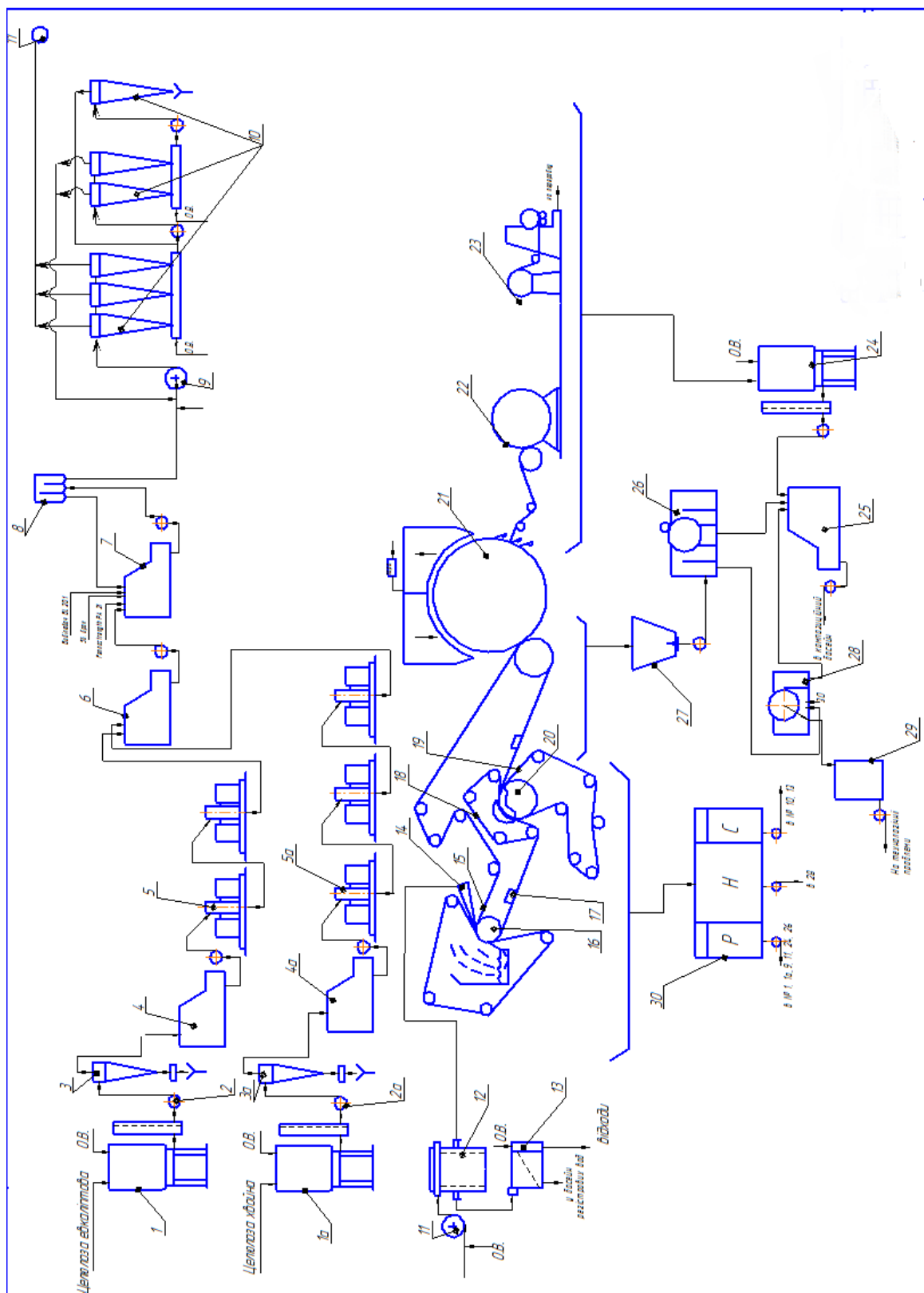


Рисунок 2.1 – Технологічна схема виробництва паперу для простирадл з целюлози

## Опис технологічної схеми

Зі складу сировини паки целюлози за допомогою автотранспорту подаються до розмелювально-підготовчого відділу. Паки хвойної та евкаліптової целюлози звільняють від дроту та пакування, після чого окремі листи на транспортері подаються в заданому співвідношенні (60:40) відповідно до гідророзбивача хвойної целюлози ГРВ-24 (1), та гідророзбивача евкаліптової целюлози (1а), які попередньо заповнено оборотною водою.

Розпускання хвойної та евкаліптової целюлози виконується паралельно. Концентрація маси у гідророзбивачі 3,5 %, тривалість набухання та розпускання целюлози 20-30 хв. Після розпуску відцентровими насосами (2,2а) маса подається на очищення у конічні вихрові очисники (3,3а). Потім масними насосами маса перекачується в басейни (4,4а) для вирівнювання концентрації до 3,5 %, після чого направляється на розмелювання на здвоєних дискових млинах (5,5а).

Для целюлози хвойних порід деревини та для евкаліптової целюлози розмелювання проводиться у 3 та 2 ступені відповідно. Після розмелювання ступінь млива маси складає 29-32 ° ШР. Розмелена маса далі подається у акумулюючий басейн (6), де відбувається вирівнювання концентрації та охолодження маси. Далі маса відцентровими насосами подається у композиційний басейн (7), куди також дозується згущений брак та поліамідна смола. Далі маса за допомогою насоса подається у бак постійного рівня (8), після чого через витратомір та дозуючу засувку маса подається на вхід змішувального насоса І-го ступеня (9), де розбавляється реєстровою водою до масової частки волокна 0,7-0,8%.

Розбавлена маса насосом (9) подається на очищення в установку вихрових конічних очисників УВК-300-02 (10). Очищена маса з І-го ступеня очищення подається на всмоктуючий патрубок змішувального насоса (11) перед вертикальною сортувалкою (12), де розбавляється реєстровою водою до масової частки волокна 0,7 %.

Відходи І-го ступеня УВК-300-02 з колектора відходів, розбавлені

регістровою водою до масової частки волокна 1,2 %, подаються насосом на II-ий ступінь очищення. Очищена маса подається на вхід змішувального насоса I-го ступеня очищення, а відходи з колектора відходів, розведені регістровою водою, подаються насосом на III-ий ступінь очищення. Відсортована маса подається на повторне очищення на другий ступінь очищення, а відходи – у відвал. Через змішувальний насос (11) маса надходить в селективайєрі (вузловловлювач закритого типу) (12), який очищує масу від забруднень волокнистого характеру (вузли, згустки, шматочки бруду). Очищена маса, після вузловловлювача, подається в напірний ящик папероробної машини (14), а відходи – у вібраційну сортувалку (13) для промивання відходів від волокна. Вода з волокном, яке пройшло крізь сито сортувалки, направляється у басейн регістрових вод, а відходи – у відвал.

Вузол Atmos розташовується між формуючим валом (16) і янкі-циліндром(21). Формування відбувається так само як на звичайному серповидної форми пристрої, але сукно замінено на структурну сітку, так звану Atmos Max(15) . Це гарантує трьохмірне формування листа. Сітка супроводжує полотно від формуючого валу до янкі-циліндра.

Спеціальний вакуумний вал, так званий Atmos циліндр(20), забезпечує максимальне зневоднення.

Велика частина води видаляється за допомогою потоку повітря (вакууму) і безпосереднім контактом між полотном і розробленої сіткою Atmos Flex(19), яка встановлена між Atmos циліндром(20) і структурною сіткою Atmos Max(15).

Безпосередній контакт між полотном і сіткою Atmos Flex(19) забезпечується повітропроникною стрічкою Atmos Belt(18), яка розташовується над сіткою Atmos Max(15). Оскільки вона не знаходиться в безпосередньому контакті з полотном Atmos Belt (18) то не впливає на якість продукції.

Відсмоктувальний ящик (17) попереду вузла Atmos підсилює вплив сітки Atmos Max за рахунок застосування вакууму.

Під час переходу полотна до янкі-циліндра (21) за допомогою пресового вала, конструкція сітки Atmos Max (15) зменшує стиснення полотна, що дає

можливість покращити якість продукції.

На лоцильному циліндрі здійснюється контактено-конвективне сушіння. Температура поверхні лоцильного циліндра 130-160°C. Для підвищення ефективності процесу зневоднення над сушильним циліндром установлений ковпак швидкісного сушіння. Повітря, що подається в ковпак швидкісного сушіння, має наступні параметри:  $t = 420^{\circ}\text{C}$ . Після сушіння паперове полотно надходить на накат (22).

Після накату папероробної машини рулони паперу подаються краном на розкат повздовжньо-різального верстата (23). На розкаті рулони паперу розмотуються і папір подається на ножі повздовжнього різання.

Мокрий брак та брак, що утворився після обривів, поступають в гауч-мішалки (27) з якої безперервно подається на згущувач (26), а потім в басейн оборотного браку (25). Із басейну оборотного браку (25) брак подається в композиційний басейн (7) через регулятор концентрації.

Для розпуску сухого машинного браку, який утворився під час сушіння та оброблення паперу, встановлений гідророзбивач ГРВ-6 (24). Далі маса надходить в басейн оборотного браку (25), з якого поступає в композиційний басейн.

#### *Використання обігової води*

Передбачено також використання обігових вод. Регістрові води зі збірника (30) використовуються для розбавлення маси в змішувальних насосах, для розбавлення маси в гідророзбивачах та у згущувачі. Якщо регістрові води залишаються, то вода направляється в басейн надлишкової води, в якому також збирається обігова вода з формуючої частини папероробної машини.

Надлишкова вода із басейну (30) використовується для розбавлення маси перед сортувалкою, а також для подачі в жолоби центриклинерів. Надлишкова вода, що залишається не використаною, подається в дисковий фільтр (28) звідки скоп направляють у басейн обігового браку (25), а потім в композиційний басейн (7), а вода направляється в басейн освітлених вод (29) і на подальші потреби виробництва.

## **2.3 Теоретичні відомості про основні процеси виробництва**

### **2.3.1 Розмелювання волокнистих напівфабрикатів**

Рослинні волокна перед їх використанням для виробництва паперу і картону піддають спеціальному механічному обробленню розмелюванню, яке відбувається з використанням води. Розмелювання є однією з найважливіших технологічних операцій, що визначає властивості продукції. Цей процес найбільш енергоємний у паперовому виробництві, на його здійснення витрачається іноді до 60 – 70 % енергії від загального споживання. Папір або картон, отримані навіть із високоміцних, але нерозмелених рослинних волокон, має дуже низьку міцність, високу пористість, нерівномірну структуру і для вжитку, як правило, непридатний. Нерозмелені волокна погано диспергуються, збиваються в пластівці й у готовому папері мають слабкий міжволоконний зв'язок[4].

Розмелювання – механічна обробка волокон в присутності води з метою підготовки їх до відливання паперу з певними заданими властивостями. Під час розмелювання відбувається:

- укорочення волокон у результаті попадання між ножами ротора і статора;
- розщеплення волокна в поздовжньому напрямку (фібриляція);
- набухання волокна у водному середовищі, зв'язок між фібрилами послабляється, волокна легше розщеплюються, відбувається розщеплення волокна

Мета процесу розмелювання полягає у наданні волокнистому напівфабрикату певної структури у відношенні розмірів за довжиною, товщиною, фракційним складом, для забезпечення бажаної будови і щільності паперу, надати волокну певного ступеня гідратації; розвинути поверхню, надати пластичності, гнучкості [4].

До чинників, що впливають на ефективність процесу розмелювання належать: тривалість розмелювання, питоме навантаження на кромки ножів, розмелювальна гарнітура, концентрація маси, кислотність маси, температура

маси, колова швидкість обертання, природа волокна.

Від тривалості розмелювання залежать ступінь млива маси, укорочення і розщеплення волокон, а також розвиток міжволоконних сил зв'язків. При збільшені тривалості розмелювання пропускна здатність будь-якого розмелювального апарату знижується, при цьому між пропускною здатністю і часом оброблення спостерігається зворотно пропорційна залежність.

Питомий тиск при розмелюванні впливає на характер розмелювання, його швидкість і ефективність. Якщо при розмелюванні будь-якого волокнистого матеріалу поступово збільшувати питомий тиск від нуля до високого значення, то спочатку волокна будуть тільки розчісуватися, потім почнуть розчіплятися, раздавлюватися і, на кінець, вкорочуватися. Питомий тиск при розмелюванні пов'язаний з величиною зазору між розмелювальними поверхнями робочої частини апарату [4].

Зниження концентрації маси при розмелюванні призводить до зменшення товщини волокнистого прошарку між ножами розмелювального апарату, і волокна піддаються більш сильній ріжучій дії ножів, в наслідок чого вони більш вкорочуються і менше гідратуються. Зниження концентрації маси при розмелюванні дає той же ефект, що й підвищення питомого тиску при одній і тій же концентрації маси.

Розмелювальна гарнітура апаратів може бути металевою, базальтовою и комбінованою (з перших двох). Тип розмелювальної гарнітури слід вибирати з врахуванням характеру необхідного розмелювання і властивостей паперу, що виробляється [5].

Зміна кислотності середовища в межах  $pH = 5 - 8,5$ , при якому зазвичай проводять розмелювання, не здійснює істотного впливу на швидкість процесу розмелювання і його ефективність. Збільшення  $pH$  середовища до  $10 - 11$  прискорює процес розмелювання и дозволяє знизити витрату енергії на  $15-20\%$ , так як набрякання волокна підвищується, однак целюлоза при цьому жовтіє.

Підвищення температури маси при розмелюванні несприятливо відображається на цьому процесі і на властивостях одержуваного паперу. Зниження температури маси сприяє скороченню тривалості процесу розмелювання і

зниженню витрати енергії при одночасному підвищенню механічної міцності паперу.

На процес розмелювання впливають усі гідрофільні речовини, якщо їх додають в паперову масу, адсорбуються на волокнах і тим самим збільшують їхнє набухання, гнучкість, еластичність також сприяють утворенню додаткових міжволоконних зв'язків у готовому папері або картоні[5].

### **2.3.2 Формування паперового полотна**

На формування паперового полотна на сітці впливає багато чинників, серед яких найважливішими є такі: ступінь розведення маси перед машиною, швидкість надходження маси на сітку, властивості паперової маси, товщина одержуваного полотна, температура маси, конструкція сіткового столу і стан його складових елементів, рН середовища, хімічні добавки тощо.

Із збільшенням концентрації маси збільшується довжина волокна, збільшується ймовірність утворення пластівців, що негативно позначається на якості паперу, у його структурі, просвіті, механічних та інших показниках.

Концентрація маси, що надходить на сітку, залежить від виду продукції яка виробляється, ступеня млива і може коливатися в межах 0,1 – 1,2 %.

Волокна целюлози з деревини хвойних порід довші, ніж волокна деревної маси або целюлози з деревини листяних порід, однорічних рослин або макулатурної маси, і мають більшу схильність до утворення пластівців. Тому добавка в масу з хвойної целюлози напівфабрикатів з меншою довжиною волокна зменшує тенденцію утворення пластівців і поліпшує структуру полотна. Повітря, що міститься в паперовій масі у вигляді дрібних бульбашок, сприяє утворенню пластівців маси, тому що на межі розділу фаз повітря – вода – волокно діють сили поверхневого натягу, під дією яких волокна скупчуються навколо бульбашки, утворюючи флокули. Тому деаерація маси перед відливанням сприяє не тільки підвищенню швидкості зневоднення, але і поліпшенню просвіту і якості готової продукції.[5]

На якість паперу і картону також впливає співвідношення швидкості надходження маси на сітку до швидкості руху сітки. Якщо швидкість маси



значно менша за швидкість сітки, то волокна маси будуть швидко підхоплюватися сіткою і орієнтуватися переважно у машинному напрямку, що призведе до значної анізотропії властивостей. Якщо швидкість маси буде значно перевищувати швидкість сітки, то це призведе до утворення поперечних смуг та напливів, до перехрещення потоків. Тому співвідношення між швидкостями сітки та маси підтримують на рівні 0,9 – 0,98.

Для підвищення швидкості зневоднення маси (якщо це необхідно) підвищують температуру маси, яку підтримують на рівні 50 °С.

Хімікати, які вводяться в масу в якості флокулянтів, також сприяють прискоренню процесу зневоднення [5].

### **2.3.3 Пресування паперового полотна**

Вологе неміцне паперове, отримане в формуючій частині машини, в залежності від її типу, має сухість від 8 до 25 %. Для подальшого зневоднення воно направляється в пресову частину, де в процесі проходження між валами пресів, тиск в яких по ходу машини поступово зростає, відбувається підвищення сухості до 35 – 50%.

Зневоднення паперового полотна, що надійшов в пресову частину, відбувається шляхом механічного віджимання та відсмоктування з нього вологи. В результаті відбувається зближення волокон між собою, що забезпечує встановлення між ними зв'язків, що визначають основні властивості паперового листа.

Пресування здійснюється на вовняному сукні, яке оберігає ще слабке паперове полотно від руйнування, пропускають віджату вологу і одночасно транспортує паперове полотно від пресу до пресу і далі до сушильних циліндрів.

Зазвичай на машині встановлюються 2-3 мокрих преси. За кількістю валів преси бувають двовальними або тривальними (здвоєними). Двовальні преси можуть бути прямими, зворотними і згладжуючими (офсетними) [5].

На процес зневоднення паперового полотна в пресовій частині машини впливають наступні фактори:

- якість сукон та тип використовуваних пресів

- питомий тиск при пресуванні
- композиція маси і ступінь млива
- температура полотна
- швидкість машини та ін.

З підвищенням питомого тиску збільшується не тільки сухість паперового полотна, але і його щільність, зростають показники механічної міцності внаслідок кращого контакту між волокнами і підвищення міжволоконних зв'язків, знижується пористість.

Зі збільшенням швидкості машини зневоднення полотна на пресах погіршується, тому що зменшується час пресування. А швидкість у свою чергу залежить від композиції і ступеня млива маси. Целюлозні, добре розмелені, волокна міцніше утримують воду, ніж волокна деревної маси з таким самим ступенем млива.

Оскільки з підвищенням температури полотна помітно знижується в'язкість і поверхневий натяг води, то в цьому випадку вона легше видалиться на пресах. Однак з підвищенням температури полотна при пресуванні збільшується його маркування тканиною полотна.

При надмірному натягу паперового полотна між пресами збільшується анізотропія його механічних властивостей, тому що волокна в основному орієнтуються в машинному напрямку, тому по руху машини знижується розтяжність полотна і можливі його обриви. При відсутності натягу полотно провисає, що також є причиною його обривів через утворення складок [5].

#### **2.3.4 Сушіння паперового полотна**

У процесі сушіння здійснюється не тільки остаточне зневоднювання паперового полотна шляхом випаровування з нього води, але й відбуваються інші процеси, які визначають якість готової продукції, і багато в чому залежить від режиму сушіння. У міру видалення води з вологого полотна відбувається подальше зближення волокон за рахунок поверхневого його натягу з

утворенням міжволоконних водневих зв'язків, від кількості яких залежить його щільність і міцність. При сушінні завершується процес проклеювання паперу і за рахунок гідрофобізації проклеювальних речовин, які вводяться в паперову масу або наносяться на їхню поверхню, а також відбувається процес полімеризації сечовино- і меламіноформальдегідних смол, латексів і інших речовин, що додаються в паперову масу. Тому від температурного режиму сушіння сильно залежать властивості паперу.

Широко поширені контактний і конвективний способи сушіння. При контактному способу - тепло передається вологому полотну безпосередньо від нагрітої поверхні циліндрів. Цей спосіб, у порівнянні з іншими, ефективніший, тому що має ряд переваг, до яких варто віднести економічність і високу якість полотна, зокрема, відсутність жолоблення і гладкість його поверхні. Недоліком багатоциліндрового контактного сушіння є його висока металоємність, що становить приблизно дві третини від маси всієї машини і близько 50 % від її вартості. Сушильна частина машини займає багато місця і вимагає великих експлуатаційних витрат. Тому можливості сушильної частини машини потрібно використовувати завжди як найефективніше. При конвективному сушінні тепло передається від теплоносія до поверхні, що піддається сушінню.[5]

Сушіння паперового полотна здійснюється на поверхні лоцильного циліндра, діаметр якого може досягати 6 м. Зазвичай його виготовляють із високоміцного модифікованого чавуну. Робочий тиск пари досягає 1 МПа. Сушильний циліндр оснащують ковпаком швидкісного сушіння. Папір із сухістю 32 – 35 % притискається до гарячої поверхні циліндра через знімальне сукно одним або двома притискними валиками, гумованими шаром твердої резини. Часто вони обладнані відсмоктувальними камерами. При цьому сухість підвищується до 40 – 50 %.

Вологе паперове полотно прилипає до поверхні циліндра і сушиться комбінованим контактно-конвективним способом. З сушильного циліндра папір сходить з вологістю 5 – 8 %.

Процес сушіння іде інтенсивніше, якщо над окремими сушильними циліндрами є ковпаки швидкісного сушіння, у яких полотно піддається одночасно

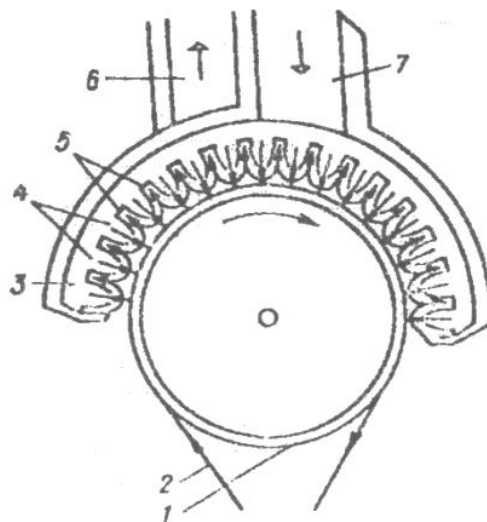
контактному і конвективному сушінню.

Принцип дії цих ковпаків полягає в тому, що над сушильним циліндром, на якому здійснюється як звичайне контактне сушіння, без сушильного сукна або сітки, полотно обдувається і щільно притискається до циліндра струменями гарячого повітря, що виходить із спеціальних сопел зі швидкістю 50 – 100 м/сек і температурою 150 – 250 °С перпендикулярно до поверхні полотна (рис.2.2).

Рисунок 2.2 - Схема роботи ковпака швидкісного сушіння:

1 — сушильний циліндр; 2 — полотно; 3 — повітряна камера; 4 — сопла обдування; 5 — щілини відсмоктування; 6 — відвід пароповітряної суміші; 7 — подача гарячого повітря.

У залежності від конструкції ковпака, параметрів повітря, температури поверхні циліндра, властивостей полотна та інших чинників таким чином



можна підвищити швидкість сушіння на циліндрі в 1,5 – 2 рази.

При сушінні в міру видалення вільної вологи з полотна і досягненні його сухості 60 – 70 % починає відбуватися помітна усадка полотна у всіх напрямках завдяки силам поверхневого натягу води, що випаровується. Ці сили не тільки зближають волокна, вони орієнтують і упорядковують розташування ОН-груп на поверхнях волокон, що примикають один до одного, з утворенням міжволоконного водневого зв'язку, у якому може брати участь 0,5 – 2 % усіх ОН-груп. При збільшенні натягу полотна в процесі сушіння усадка його зменшується, що приводить до зниження його розтяжності та міцності [5].

Температурний режим сушіння має винятково великий вплив на ступінь

проклеювання паперу і картону каніфольним клеєм. З підвищенням температури сушіння підвищується гідрофобізація самих волокон.

При пересушуванні полотна, тобто при зниженні вмісту в ньому вологи менше 6 %, міцність його знижується, тому що при цьому відбуваються помітні незворотні процеси дегідратації, або "відбування", волокон.

Таким чином, у процесі сушіння паперу багато їхніх властивостей можна змінювати у визначених межах шляхом регулювання температурного режиму сушіння і натягу полотна. Так, при різкому перепаді температур між циліндрами і високим їхнім значенням полотну додається пористість і повітропроникність, а при повільному і поступовому підйомі температури сушіння збільшується його усадка і підвищується механічна міцність.

Отже, для кожного виду продукції існує суворо визначений температурний режим їхнього сушіння, якого потрібно ретельно дотримуватися.[6]

### **2.3.5 Крепування паперу**

На практиці для виробництва санітарно-побутових видів паперу широко застосовується спосіб покращення деформаційних властивостей за рахунок зміни її мікроструктури шляхом крепування, тобто одержання на поверхні паперу дрібних поперечних складок (крепу).

Крепування готового паперу можна здійснювати на спеціальних крепувальних пристроях або безпосередньо на папероробній машині.

Крепування здійснюється лезом крепуючого шабера в процесі відділення паперового полотна від поверхні сушильного циліндра. Крепування можна здійснювати сухого, напівсухого та вологого паперового полотна.

Сухе крепування здійснюється при вологості полотна 3...7% при сходженні його з поверхні сушильного циліндра. Напівсухе крепування здійснюється в середині сушильної частини машини при вологості паперового полотна 15...25%. Вологе крепування здійснюється на останньому пресі чи на першому сушильному циліндрі звичайної папероробної машини при швидкостях не більше 250...300м/хв. На практиці частіше за все застосовують сухе та напівсухе крепування.[6]

Ступінь крепування паперу – це відношення різниці довжини полотна до і після крепування до довжини полотна після крепування. Чим вищий ступінь крепування, тим більше подовження при розриві і тим більша робота деформації, необхідна для розриву паперу.

Ступінь крепування та його якість залежить від зчеплення паперового полотна з поверхнею сушильного циліндра, а також геометрії леза крепуючого шаберу та його розміщення відносно поверхні циліндра.

Питома поверхня паперу зростає при одночасному зменшенні її ефективності товщини, що сприятливо позначається на вбирній здатності паперу. Незалежно від способу крепування жорсткість паперу при розтягуванні і вигині в порівнянні з некрепованим папером значно нижче, і перш за все в напрямку перпендикулярному напрямку крепу. Це можна пояснити тим, що при крепуванні паперу-основи її поперечний переріз залишається постійним при одночасному зростанні маси одиниці поверхні. [6]

Крепування паперу може відрізнятися один від одного ступенем крепування, розміром крепи і його геометрією.

Схема поперечного розрізу крепованого паперу показана на рис. 2.3

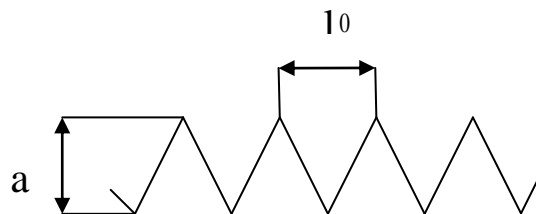


Рисунок 2.3 - Схема поперечного розрізу крепованого паперу

де,  $a$  – висота крепи;  $l_0$  – відстань між сусідніми крепами

Зазначені параметри значно впливають на фізико-механічні властивості паперу санітарно-побутового призначення.

Ступінь крепування можна розрахувати за формулою:

$$z_k = \left[ \sqrt{1 + \frac{4a^2}{l_0^2}} - 1 \right] - 100$$

На практиці ступінь крепування визначається за різницею швидкостей паперу на сушильному циліндрі  $v_{\text{ц}}$  і накаті  $v_{\text{н}}$  на швидкісних машинах:

$$z_k = \frac{v_u - v_n}{v_u},$$

або за різницею маси 1 м<sup>2</sup> паперу після крепування  $m_n$  і до крепування  $m_u$  на тихохідних машинах:

$$z_k = \frac{m_u - m_n}{m_u} \cdot 100$$

Ступінь крепування санітарно-побутових видів паперу коливається в широких межах від 0 до 100 % і вище. Мінімальне значення відповідають основі для туалетного паперу та рушників, максимальні - основі для гігієнічних пакетів і дитячих підгузників.

### 2.3.6 Особливості паперу санітарно-гігієнічного призначення

Спеціальні вимоги, що пред'являються до паперу санітарно-гігієнічного призначення, - підвищена м'якість, поглинаюча здатність, пухкість при відносно невисокій механічній міцності, низька маса 1 м<sup>2</sup> (в основному 10-30 г / м<sup>2</sup>, спеціальні умови зневоднення і сушіння). При цьому, з огляду на економічні аспекти, виробники прагнуть досягти максимальних швидкостей роботи папероробних машин (більше 1000 м / хв).

Для паперу, що використовується, в якості основи для господарських рушників, спеціальних серветок медичного і побутового призначення і т.д, важливим є показник вологостійкості паперу. Про вологоміцності паперу судять за ступенем збереження нею у вологому стані тієї міцності, яку вона мала повітряно-сухому стані. Вологоміцність висловлюють в процентному відношенні руйнівного зусилля при розтягуванні паперу у вологому стані до руйнівній зусиллю при розтягуванні цього паперу в повітряно-сухому стані, або абсолютним значенням руйнівного зусилля при розтягуванні вологого зразка паперу (ГОСТ13525.7-68).

Залежно від призначення санітарно-гігієнічних видів паперу, їх поглинаюча здатність може коливатися в широких межах. Її оцінюють, визначаючи капілярне, об'ємне і поверхневе поглинання. Кожен з цих показників

характеризує одну із сторін адсорбційної здатності паперу: капілярне поглинання - швидкість всмоктування; об'ємне - здатність утримувати вологу, і поверхнєве - здатність паперу до змочування [7].

Основним методом оцінки поглинання для санітарно-гігієнічних паперів є визначення капілярної поглинання по Клему (ГОСТ 12602-93).

М'якість санітарно-гігієнічних видів паперу, поряд з підвищеною вбирною здатністю, є одним з основних її споживчих властивостей. На жаль, її не можна визначити однозначно, і в загальному випадку поняття м'якості паперу об'єднує комплекс пружнопластичних і органолептичних властивостей.

М'якість характеризують пружнодеформаційні показники, такі, як пружність, пластичність, еластичність, гнучкість, а також пухкість і стан поверхні паперового листа, тобто її рельєф, шорсткість, коефіцієнт тертя. Певне співвідношення цих параметрів характеризує показник найвищої м'якості.

Структура паперу і, в першу чергу, рухливість структурних елементів (волокон), їх властивості в значній мірі визначають м'якість паперу. Чим вище рухливість волокон при інших рівних умовах, тим вище м'якість паперу і вище значення її пластичності. У той же час санітарно-гігієнічні види паперу повинні характеризуватися певними значеннями пружності, тобто, здатністю повертатися в початковий стан (недеформований) після зняття зовнішнього навантаження, зберігаючи свою пухлість.

З огляду на те, що деякі види паперу санітарно-гігієнічного призначення піддаються тисненню і фальцюванню, вони повинні володіти і достатньою пластичністю, тобто приймати під дією певного навантаження необхідну форму поверхні складеного виробу, не піддаючись при цьому руйнуванню і зберігаючи цю форму після припинення дії навантаження [7].





### 3 ВИЗНАЧЕННЯ ПОТРЕБИ В СИРОВИННИХ РЕСУРСАХ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ПАПЕРУ

#### 3.1 Блок-схема для розрахунку балансу води та волокна

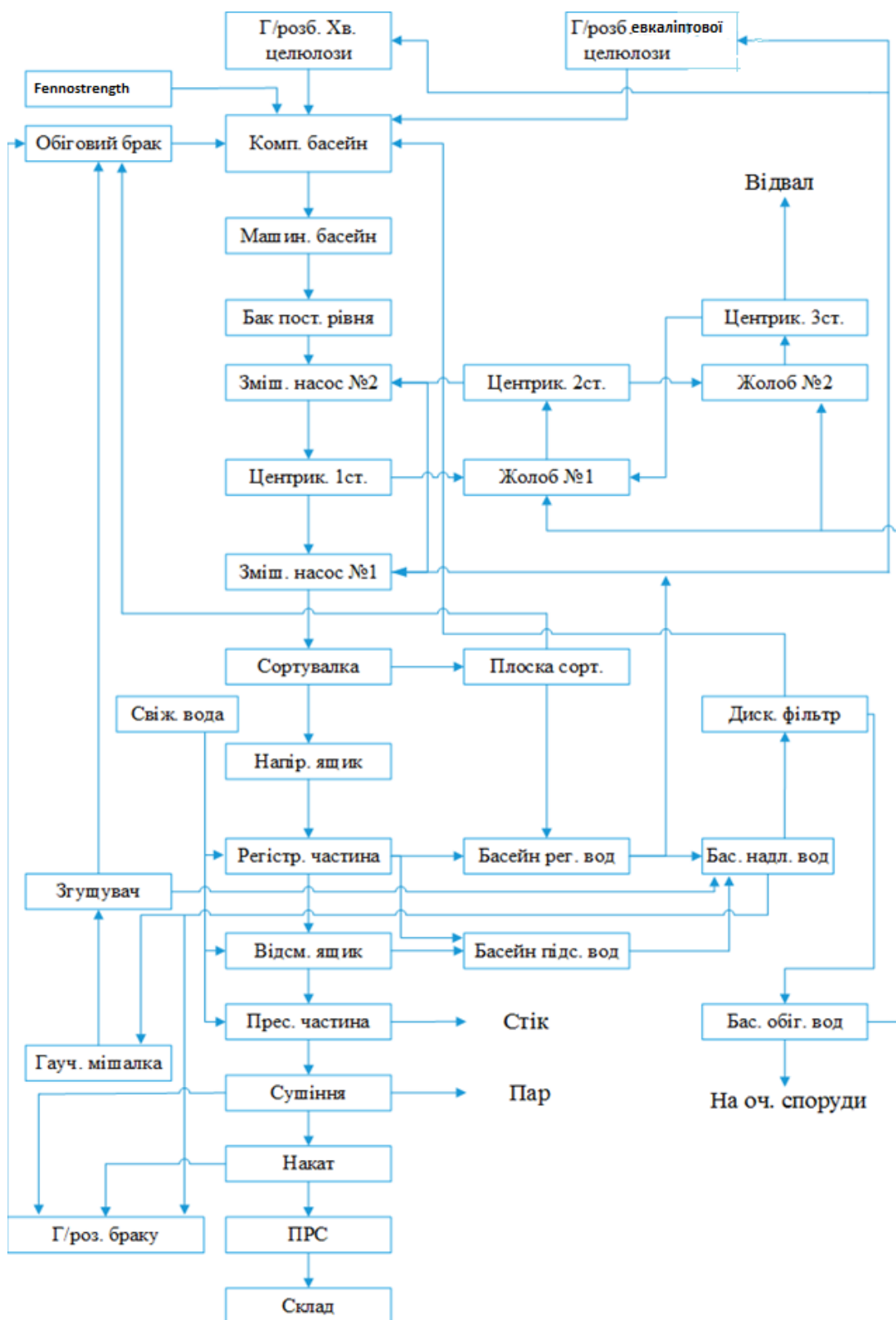


Рисунок 3.1 – Блок-схема для розрахунку матеріального балансу

### 3.2 Вихідні дані для матеріального балансу

В табл. 3.1 наведені дані для розрахунку матеріального балансу води і волокна.

Таблиця 3.1 – Дані для розрахунку матеріального балансу води і волокна

Найменування статей	Вихідні дані		
	Джерело [1]	Джерело [2]	Приймаємо до розрахунку
<b>1. Концентрація маси на різних стадіях виробництва, %</b>			
На накаті	94,0	94 – 96	96,00
Після преса	42,0	38 – 45	45,00
Після гауч-валу	20,0	18 – 20	18,00
Після відсмотувальних ящиків	10,0	10 – 14	12,00
Після реєстрової частини	3,5	3,0 – 5,8	7,00
В напірному ящику	0,5	0,4 – 0,7	0,50
Після селективатора	0,5	0,4 – 0,7	0,50
В БІР	3,2	3,2 – 3,5	3,50
В композиційному басейні	3,2	3,2 – 3,5	3,50
В басейні оборотного браку	3,2	3,2 – 3,5	3,50
Скоп після дискового фільтра	3,2	3,2 – 3,5	3,50
Згущувач мокрого браку	3,2	3,2 – 3,5	3,50
Гідророзбивач сухого браку	3,2	3,2 – 3,5	3,50
Гідророзбивач хвойної целюлози	3,2	3,2 – 3,5	3,50
Гідророзбивач евкаліптової целюлози	3,2	3,2 – 3,5	3,50
Змішувач мокрого браку	1,0	0,8 – 1,0	0,80
Басейн оборотного браку	3,2	3,2 – 3,5	3,50
Після центриклинерів 1-го ступеня	0,65	0,7 – 0,8	0,70
Після центриклинерів 2-го ступеня	0,4	0,4 – 0,5	0,40

Продовження таблиці 3.1

<b>2.Концентрація відхідних вод, %</b>			
Регістрова вода	0,05	0,05 – 1	0,17
Підсіткові води	0,003	0,004	0,004
Після відсмоктуючих ящиків	0,1	0,12	0,1
Пресові води	0,1	0,1	0,1
Від промивки сітки	0,005	0,004	0,004
Від промивки сукон	0,001	0,001	0,001
Після освітлених вод з дискового фільтра	0,0015	0,001	0,001
Від сортувалки	0,6	0,4 – 0,8	0,60
Згущувач мокрого браку	0,05	0,04	0,04
<b>3. Витрата свіжої та надлишкової води, л/т паперу</b>			
Свіжа вода на промивання сіток	10000,0	15000,0	15000,00
Свіжа вода на спорски і відсічки відсмоктуючих ящиків	6000,0	9300,0	8500,00
Свіжа вода на промивання сукон	5000,0	3000,0	6500,00
Свіжа вода на відсічки у гаучі	2000,0	3000,0	2200,00
<b>4. Кількість відсотків браку, % від маси паперу</b>			
При обробці паперу	1,0	1,5	1,00
На накаті	2,0	2,5	2,00
При сушінні паперу	2,0	2,0	2,00
Мокрий брак	1,0	2,0	1,00
Після гауч-валу	2,0	1,5	2,00
Скоп в композиційний басейн (а.с.)	1,0	1,0	1,00
<b>5. Композиція паперу, %</b>			
Хвойна целюлоза	60,0	50,0	60,00
Евкаліптова целюлоза	50,0	40,0	40,00

Продовження таблиці 3.1

<b>6.Концентрація відходів сортування,%</b>			
Після селективфайера	0,8	0,7 – 1,0	0,80
Після центриклинерів 1-го ступеня	1,2	1,1	1,20
Після центриклинерів 2-го ступеня	0,75	0,7	0,70
Після центриклинерів 3-го ступеня	0,6	0,72	0,67
Після сортувалки	2,0	4,0	3,0
<b>7. Сухість вихідних напівфабрикатів, %</b>			
Целюлоза хвойна вибілена	88,0	88,0	88,00
Евкалиптова целюлоза	88,0	88,0	88,00
<b>8. Масова частка відходів сортування, % (кг/т)</b>			
Після центриклинерів 1-го ступеня, %	4,50	5,0	5,0
Після селективфайера, %	1,0	0,6 – 1,0	0,99
Після центриклинерів 3-го ступеня, кг/т	1,0	0,8 – 1,0	1,10
Після сортувалки, кг/т	1,0	2,0	2,00

### 3.3 Розрахунок матеріального балансу

Розрахунок матеріального балансу води і волокна проводимо, прив'язуючись до блоків і водопотоків згідно блок-схеми. [10]

#### Склад готової продукції.

На склад поступає 1000 кг паперу із заданою сухістю 96 %.

Отже, в ньому міститься: абсолютно-сухого волокна  $1000 \cdot 0,96 = 960$  кг, води  $1000 - 960 = 40$  кг.

#### Повздовжно-різальний верстат (ПРВ).

З урахуванням 1 % браку, що утворюється під час оброблення паперу ( $1000 \cdot 0,01 = 10$  кг) та надходить до гідророзбивача сухого браку, на ПРВ повинно поступити  $1000 + 10 = 1010$  кг.

В папері, що проходить через ПРВ міститься:

абсолютно-сухого волокна  $1010 \cdot 0,96 = 969,6$  кг,

води  $1010 - 969,6 = 40,4$  кг.

Накат. З урахуванням 2 % браку, що утворюється під час намотування паперу ( $1000 \cdot 0,02 = 20$  кг) та надходить до гідророзбивача сухого браку, на накат повинно надійти  $1010 + 20 = 1030$  кг п/с паперу.

З урахуванням вологи, в папері, що проходить через накат, міститься:

абсолютно-сухого волокна  $1030 \cdot 0,96 = 988,8$  кг,

води  $1030 - 988,8 = 41,2$  кг.

#### Сушильна частина

Для визначення кількості маси, що поступає в сушильну частину та кількості води, що випаровується в процесі сушіння паперу, складемо схему потоків в процесі сушіння:



$P_1$  - кількість маси, що поступає на сушіння, кг;

$P_2$  - кількість маси, що надходить на накат, кг;

$P_3$  - кількість води, що випаровується, кг;

$P_4$  - кількість браку, що поступає в гідророзбивач сухого браку, кг;

$C_1, C_2, C_3, C_4$  - відсоток волокна у відповідних потоках, %.

$P_2 = 1030$  кг;  $C_1 = 45$  %;  $C_2 = C_4 = 96$  %.

$P_1$  -?;  $P_3$  -?.

Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Після пресів	2240,00	45,00	1008,00	1232,00
Надійшло(всього)	<b>2240,00</b>		<b>1008,00</b>	<b>1232,00</b>
На накат	1030,00	96,00	988,80	41,20
Втрати пару	1190,00	0,00	0,00	1190,00
В г/розб.сух.браку	20,00	96,00	19,20	0,80
Пішло (всього)	<b>2240,00</b>		<b>1008,00</b>	<b>1232,00</b>

### Пресова частина



$P$  - кількість свіжої води, що надходить для промивання сукон, кг;

$P_1$  - кількість маси, що надходить в пресову частину, кг;

$P_2$  - кількість маси, що поступає в сушильну частину, кг;

$P_3$  - кількість пресових вод, що поступає в стік, кг;

$P_4$  - кількість вод, які утворюються від промивання сукон і поступають в стік, кг;

$P_5$  - кількість браку, що поступає в гауч-мішалку мокрого браку, кг;

$C_1, C_2, C_3, C_4, C_5$  - відсоток волокна у відповідних потоках, %.

$P = 6500$  кг;  $P_4 = P = 6500$  кг;  $P_2 = 2240$  кг.

$C_1 = 18$  %;  $C_2 = 45$  %;  $C_3 = 0,1$  %;  $C_4 = 0,001$  %;  $C_5 = C_2 = 45$  %.

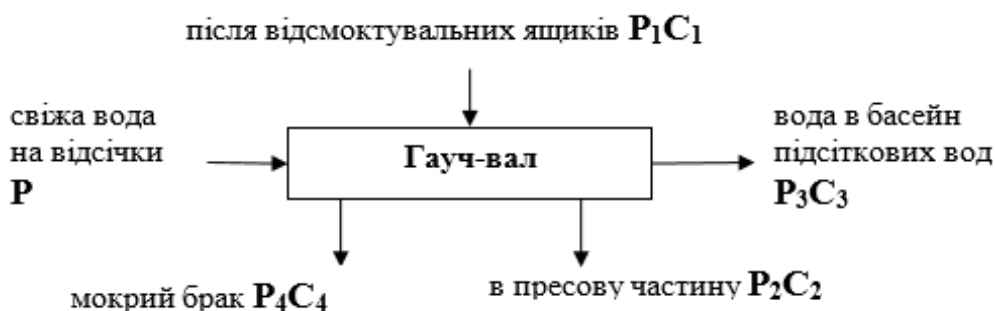
$P_1$  -?,  $P_3$  -?.

Зважаючи, що в гауч-мішалку надходить 1 % від маси паперу, що поступає на склад готової продукції,  $P_5 = 10$  кг.

В ньому міститься: волокна -  $10 \cdot 0,45 = 4,5$  кг; води -  $10,0 - 4,5 = 5,5$  кг.

Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Після гауч-вала	5644,22	18,00	1015,96	4628,26
Св.вода на пр.сукон	6500,00	0,00	0,00	6500,00
Надійшло(всього)	12144,22		1015,96	11128,26
На сушіння	2240,00	45,00	1008,00	1232,00
Пресові води	3394,22	0,1000	3,39	3390,82
Води в/пром.сукон	6500,00	0,0010	0,07	6499,94
Вг/зміш.мокр.браку	10,00	45,00	4,50	5,50
Пішло (всього)	12144,22		1015,96	11128,26

### Гауч-вал



$P$  - кількість свіжої води, що надходить для відсічок в гауч-валі, кг;

$P_1$  - кількість маси, що надходить на гауч-вал, кг;

$P_2$  - кількість маси, що поступає в пресову частину, кг;

$P_3$  - кількість води, що поступає в басейн підсіткових вод, кг;

$P_4$  - кількість браку, що поступає в гауч-мішалку мокрого браку, кг;



$C_1, C_2, C_3, C_4$  - відсоток волокна у відповідних потоках, %.

$P = 2200$  кг;  $P_2 = 5644,2$  кг.

$C_1 = 12$  %;  $C_2 = 18$  %;  $C_3 = 0,004$  %;  $C_4 = C_2 = 18$  %.

$P_1 - ?$ ,  $P_3 - ?$ .

Зважаючи, що в гауч-мішалку надходить 2 % від маси паперу, що поступає на склад готової продукції,  $P_4 = 20$  кг.

В ньому міститься: волокна -  $20 \cdot 0,18 = 3,6$  кг; води –  $20,0 - 3,6 = 16,4$  кг.

Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Після відсм.ящиків	8498,00	12,00	1019,76	7478,24
Св.вода на відсічки	2200,00	0,00	0,00	2200,00
Надійшло(всього)	10698,00		1019,76	9678,24
На пресову.частину	5644,22	18,00	1015,96	4628,26
Води від гауч-вала	5033,79	0,0040	0,20	5033,59
В г/зміш.мокр.браку	20,00	18,00	3,60	16,40
Пішло (всього)	10698,00		1019,76	9678,24

### Відсмоктувальні ящики



$P$  - кількість свіжої води, що надходить для відсічок, кг;

$P_1$  - кількість маси, що надходить на відсмоктувальні ящики, кг;

$P_2$  - кількість маси, що поступає на гауч-вал, кг;

$P_3$  - кількість води, що поступає в басейн підсіткових вод, кг;

$C_1, C_2, C_3$  - відсоток волокна у відповідних потоках, %.

$P = 8500$  кг;  $P_2 = 8498,0$  кг.  $C_1 = 7$  %;  $C_2 = 12$  %;  $C_3 = 0,1$  %.  $P_1$  -?,  $P_3$  - ?.

Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Після реєстр.частини	14779,17	7,00	1034,54	13744,63
Св.вода на відсічки	8500,00	0,00	0,00	8500,00
Надійшло(всього)	23279,17		1034,54	22244,63
На гауч-вал	8498,00	12,00	1019,76	7478,24
В бас.смокт.та підс.вод	14781,16	0,1000	14,78	14766,38
Пішло (всього)	23279,17		1034,54	22244,63

### Регістрова частина



$P$  - кількість свіжої води, що надходить на промивання сітки, кг;

$P_1$  - кількість маси, що надходить в реєстрову частину, кг;

$P_2$  - кількість маси, що поступає на відсмоктувальні ящики, кг;

$P_3$  - кількість реєстрових вод, кг;

$P_4$  - кількість води, що поступає в басейн підсіткових вод, кг;

$C_1, C_2, C_3, C_4$  - відсоток волокна у відповідних потоках, %.

$P = 15000$  кг;  $P_2 = 14779,17$  кг;  $P_4 = 15000$  кг.

$C_1 = 0,62$  %;  $C_2 = 3,9$  %;  $C_3 = 0,14$  %;  $C_4 = 0,004$  %.

$P_1$  -?,  $P_3$  -?.

Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Після н.ящика	306065,80	0,50	1530,33	304535,47
Свіжа вода на пром.сітки	15000,00	0,000	0,00	15000,00

Надійшло(всього)	<b>321065,80</b>		<b>1530,33</b>	<b>319535,47</b>
На відсм.ящики	14779,17	7,00	1034,54	13744,63
Регістрові води	291286,63	0,1700	495,19	290791,45
В бас.смокт.та підс.вод	15000,00	0,0040	0,60	14999,40
Пішло (всього)	<b>321065,80</b>		<b>1530,33</b>	<b>319535,47</b>

### Напірний ящик



$P_1$  - кількість маси, що надходить в напірний ящик, кг;

$P_2$  - кількість маси, що поступає в реєстрову частину, кг.

$C_1, C_2$  - відсоток волокна у відповідних потоках, %.

$P_1 = 306065,8$  кг;  $C_1 = 0,5$  %.

Зважаючи на те, що в напірному ящику не відбувається зміни потоків маси та їх концентрації, можна записати, що:

$P_3 = 306065,8$  кг;  $C_3 = 0,5$  %.

### Селективфайєр



$P_1$  - кількість маси, що надходить на селективфайєр, кг;

$P_2$  - кількість маси, що поступає в напірний ящик, кг;

$P_3$  - кількість маси, що поступає на сортувалку, кг;

$C_1, C_2, C_3$  - відсоток волокна у відповідних потоках, %.

$P_2 = 306065,8$  кг.

$C_2 = 0,5$  %;  $C_3 = 0,8$  %.

$P_1$  -?,  $P_3$  -?

Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Після зміш.нас.№1	309126,15	0,5030	1554,81	307571,34
Надійшло(всього)	<b>309126,15</b>		<b>1554,81</b>	<b>307571,34</b>
На н/ящик	306065,80	0,5000	1530,33	304535,47
На плоску сортувал.	3060,35	0,8000	24,48	3035,87
Пішло (всього)	<b>309126,15</b>		<b>1554,81</b>	<b>307571,34</b>

### Сортувалка



$P_1$  - кількість маси, що надходить на сортувалку, кг;

$P_2$  - кількість маси, що поступає в цех виробництва картону, кг;

$P_3$  - кількість води, що поступає в басейн регістрових вод, кг;

$P_4$  - кількість води на спорски з басейна підсіткових вод, кг;

$C_1, C_2, C_3, C_4$  - відсоток волокна у відповідних потоках, %.

$P_1 = 3060,35$  кг;  $P_4 = 824,41$  кг.

$C_1 = 0,8$  %;  $C_2 = 3$  %;  $C_3 = 0,6$  %.

Зважаючи на те, що відсоток волокна у басейні надлишкових вод на даний момент ще не розрахований, тому приймаємо  $C_4 \approx 0,0516 \%$ .

$P_2$  -?,  $P_3$  -?.

Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
З бас.сосун.і підс.вод	824,41	0,0516	0,43	823,99
Після селектифайера	3060,35	0,8000	24,48	3035,87
Надійшло(всього)	3884,76		24,91	3859,85
В бас.регістр.вод	3818,10	0,6000	22,91	3795,19
В цех виробн.картону	66,67	3,0000	2,00	64,67
Пішло (всього)	3884,76		24,91	3859,85

Наступним кроком в розрахунку матеріального балансу має бути визначення середньозваженої масової долі волокна в басейні регістрових вод. Це потрібно зробити тому, що в змішувальному насосі, розрахунок його мав бути наступним, використовується регістрова вода для розведення маси, яка надходить з центриклинерів І ступеня.

### Басейн регістрових вод



$P_1$  - кількість води, що надходить з регістрової частини, кг;  $P_2$  – кількість води, що надходить із сортувалки, кг;  $P_3$  - кількість регістрової води, що поступає в гідророзбивач хвойної целюлози, кг;  $P_4$  - кількість регістрової води, що поступає в гідророзбивач листяної целюлози, кг;  $P_5$  - кількість регістрової води, що поступає в гідророзбивач сухого браку, кг;  $P_6$  - кількість регістрової води, що поступає в гауч-мішалку мокрого браку, кг;  $P_7$ -кількість регістрової

води, що поступає у змішувальний насос №1, кг;  $P_8$  - кількість регістрової води, що поступає у змішувальний насос №2, кг;  $P_9$  - надлишок регістрової води, що поступає в басейн надлишкових вод, кг;  $C_1, C_2, C_3$  - відсоток волокна у відповідних потоках, %.

$$P_1 = 291286,63 \text{ кг}; P_2 = 3818,1 \text{ кг}.$$

$$C_1 = 0,17 \%; C_2 = 0,6 \%.$$

$C_3$  - ?

З регістрової частини надходить:

- волокна  $291286,63 \cdot 0,17 / 100 = 495,19 \text{ кг}$ ;
- води  $291286,63 - 495,19 = 172989,47 \text{ кг}$ .

Із сортувалки надходить:

- волокна  $3818,1 \cdot 0,6 / 100 = 22,91 \text{ кг}$ ;
- води  $3818,1 - 22,91 = 3795,19 \text{ кг}$ .

$$\text{Загальна кількість волокна} = 495,19 + 22,91 = 218,1 \text{ кг}.$$

$$\text{Загальна кількість маси} = 291286,63 + 3818,1 = 295104,73 \text{ кг}.$$

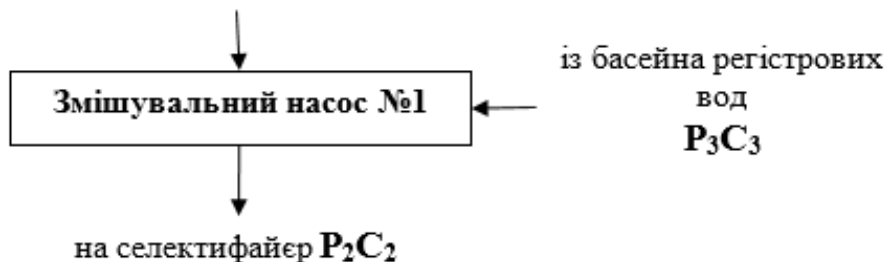
Отже, середньозважений відсоток волокна в басейні регістрових вод =

$$= \frac{218,1 \cdot 100}{295104} = 0,1756 \%.$$

Таким чином,  $C_3 = 0,1756 \%$ .

### Змішувальний насос №1

від центриклинерів І ступеня  $P_1 C_1$



$P_1$  - кількість маси, що надходить з центриклинерів І ступеня, кг;

$P_2$  - кількість маси, що поступає на селективфайер, кг;

$P_3$  - кількість води, що надходить з басейна регістрових вод і використовується для розведення маси, кг;

$C_1, C_2, C_3$  - відсоток волокна у відповідних потоках, %.

$P_2 = 309126,15$  кг.

$C_1 = 0,7 \%$ ;  $C_2 = 0,5030 \%$ ;  $C_3 = 0,1756 \%$ .

$P_1$  -?,  $P_3$  -?.

Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Регістрова вода	116138,20	0,1756	203,90	115934,31
Після центрик. I ст.	192987,95	0,7000	1350,92	191637,03
Надійшло(всього)	309126,15		1554,81	307571,34
На селективайер	309126,15	0,5030	1554,81	307571,34
Пішло (всього)	309126,15		1554,81	307571,34

### Центриклинери I ступеня

із змішувального насоса №2  $P_1 C_1$



$P_1$  - кількість маси, що надходить із змішувального насоса №2, кг;

$P_2$  - кількість маси, що поступає в змішувальний насос №1, кг;

$P_3$  - кількість маси, що поступає на центриклинери II і III ступеня, кг;

$C_1, C_2, C_3$  - відсоток волокна у відповідних потоках, %.

$P_2 = 192987,95$  кг.

$C_1 = 0,7238 \%$ ;  $C_2 = 0,7 \%$ ;  $C_3 = 1,2 \%$ .

$P_1$  -?,  $P_3$  -?.

Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Після зміш.насоса №2	202637,35	0,7238	1466,71	201170,64
Надійшло(всього)	<b>202637,35</b>		<b>1466,71</b>	<b>201170,64</b>
На змішув.насос №1	192987,95	0,7000	1350,92	191637,03

На центрикл. II і III ст.	9649,40	1,2000	115,79	9533,60
Пішло (всього)	<b>202637,35</b>		<b>1466,71</b>	<b>201170,64</b>

### Центриклинери II і III ступеня



$P_1$  - кількість маси, що надходить з центриклинерів I ступеня, кг;

$P_2$  - кількість маси, що поступає у змішувальний насос №2, кг;

$P_3$  - кількість води, що надходить в жолоби №1 і №2 з басейна надлишкових вод, кг;

$P_4$  - кількість відходів, що поступають в стік, кг;

$C_1, C_2, C_3, C_4$  - відсоток волокна у відповідних потоках, %.

$P_1 = 9649,4$  кг;  $P_4 = 150$  кг.

$C_1 = 1,2$  %;  $C_2 = 0,4$  %;  $C_4 = 0,67$  %.

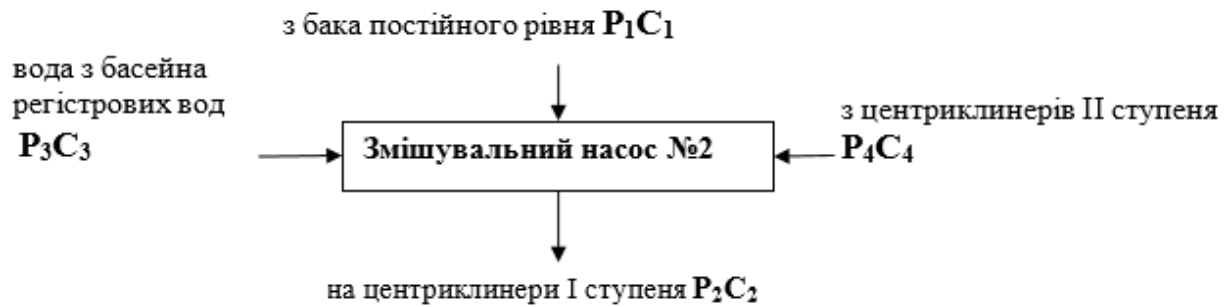
Зважаючи на те, що відсоток волокна у басейні надлишкових вод ще не розрахований і буде відомо лише після того, як ми визначимося з кількістю надлишкових вод, тому, як і у випадку сортувалки, приймаємо  $C_3 \approx 0,0516$  %.

$P_2$  - ?,  $P_3$  - ?.

Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Після центрикл. I ст.	9649,40	1,2000	115,79	9533,60
З бас.сосун.і підс.вод	22043,80	0,0516	11,39	22032,42
Надійшло(всього)	31693,20		127,18	31566,02
В змішув.насос №2	31543,20	0,4000	126,17	31417,03
Відходи у відвал	150,00	0,6700	1,01	149,00
Пішло (всього)	31693,20		127,18	31566,02



### Змішувальний насос № 2



$P_1$  - кількість маси, що надходить з бака постійного рівня, кг;

$P_2$  - кількість маси, що поступає на центриклинери I ступеня, кг;

$P_3$  - кількість води, що поступає з басейна реєстрових вод, кг;

$P_4$  - кількість маси, що надходить з центриклинерів II ступеня, кг;

$C_1, C_2, C_3, C_4$  - відсоток волокна у відповідних потоках, %.

$P_2 = 202637,35$  кг;  $P_4 = 31543,2$  кг.

$C_1 = 3,5$  %;  $C_2 = 0,7238$  %;  $C_3 = 0,1756$  %,  $C_4 = 0,4$  %.

$P_1$  - ?,  $P_3$  - ?.

Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Регістова вода	139805,93	0,1756	245,45	139560,48
Від центриклин. II ст.	31543,20	0,4000	126,17	31417,03
З БПР	31288,22	3,5000	1095,09	30193,13
Надійшло(всього)	202637,35		1466,71	201170,64
На центрикл. I ст.	202637,35	0,7238	1466,71	201170,64
Пішло (всього)	202637,35		1466,71	201170,64

### Бак постійного рівня



$P_1$  - кількість маси, що надходить з машинного басейна в бак постійного рівня, кг;

$P_2$  - кількість маси, що поступає у змішувальний насос №2, кг.

$C_1, C_2$  - відсоток волокна у відповідних потоках, %.

$P_2 = 31288,22$  кг;  $C_2 = 3,5$  %.

Зважаючи на те, що в баці постійного рівня не відбувається зміни потоків маси та їх концентрації, можна записати, що:

$P_1 = 31288,22$  кг;  $C_1 = 3,5$  %.

Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Після машин.басейна	31288,22	3,5000	1095,09	30193,13
Надійшло(всього)	31288,22		1095,09	30193,13
На зміш.насос №2	31288,22	3,5000	1095,09	30193,13
Пішло (всього)	31288,22		1095,09	30193,13

### Машинний басейн

з композиційного басейна  $P_1 C_1$



$P_1$  - кількість маси, що надходить з композиційного басейна, кг;

$P_2$  - кількість маси, що поступає в бак постійного рівня, кг.

$C_1, C_2$  - відсоток волокна у відповідних потоках, %.

$P_2 = 31288,22$  кг;  $C_2 = 3,5$  %.

Зважаючи на те, що в машинному басейні не відбувається зміни потоків маси та їх концентрації, можна записати, що:

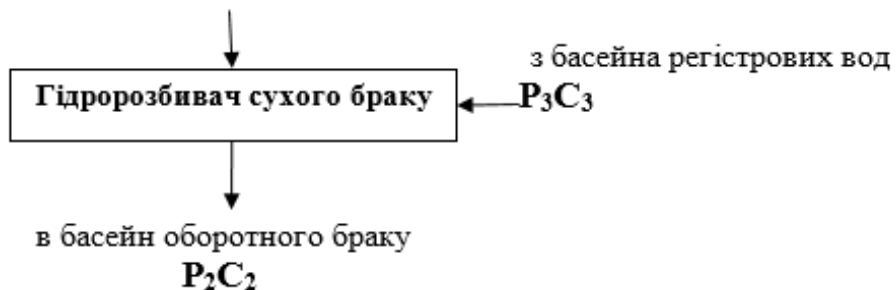
$P_1 = 31288,22$  кг;  $C_1 = 3,5$  %.

Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Після композ.басейна	31288,22	3,5000	1095,09	30193,13
Надійшло(всього)	31288,22		1095,09	30193,13
На БПР	31288,22	3,5000	1095,09	30193,13
Пішло (всього)	31288,22		1095,09	30193,13

## Розрахунок блоків перероблення сухого та мокрого браку

### Гідророзбивач сухого браку

відходи з ПРВ, сушіння, накату  $P_1C_1$



$P_1$  - кількість маси, що надходить з ПРВ, сушіння та накату, кг;

$P_2$  - кількість маси, що поступає в басейн оборотного браку, кг;

$P_3$  - кількість води, що надходить з басейна регістрових вод і використовується для розведення маси, кг;

$C_1, C_2, C_3$  - відсоток волокна у відповідних потоках, %.

Враховуючи, що відходи сухого браку мають однакову сухість, їх можна подати одним потоком. Таким чином,  $P_1 = 10 + 20 + 20 = 40$  кг.

$C_1 = 96,0\%$ ;  $C_2 = 3,5\%$ ;  $C_3 = 0,1756\%$ .

$P_2$  -?,  $P_3$  -?.

Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
З ПРС	10,00	96,00	9,60	0,40
З накату	20,00	96,00	19,20	0,80
З сушіння	20,00	96,00	19,20	0,80
З бас-ну рег.вод	1391,21	0,1756	2,44	1388,77
Надійшло(всього)	1441,21		50,44	1390,77

В басейн обор.браку	1441,21	3,5000	50,44	1390,77
Пішло (всього)	1441,21		50,44	1390,77

### Гауч-мішалка мокрого браку



$P_1$  - кількість маси, що надходить з пресової частини, кг;

$P_2$  - кількість маси, що поступає в басейн оборотного браку, кг;

$P_3$  - кількість води, що надходить з басейна реєстрових вод і використовується для розведення маси, кг;

$P_4$  - кількість маси, що надходить від гауч-вала, кг;

$C_1, C_2, C_3, C_4$  - відсоток волокна у відповідних потоках, %.

$P_1 = 10$  кг;  $P_4 = 20$  кг.

$C_1 = 45$  %;  $C_2 = 0,8$  %;  $C_3 = 0,1756$  %;  $C_4 = 18,0$  %.

**$P_2$  -?,  $P_3$  -?.**

Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
З пресової частини	10,00	45,00	4,50	5,50
З гауч-вала	20,00	18,00	3,60	16,40
З бас-ну рег.вод	1258,73	0,1756	2,21	1256,52
Надійшло(всього)	1288,73		10,31	1278,42
На згуш.мокрого браку	1288,73	0,8000	10,31	1278,42
Пішло (всього)	1288,73		10,31	1278,42

### Згушувач мокрого браку



$P_1$  - кількість маси, що надходить із гауч-мішалки мокрого браку, кг;

$P_2$  - кількість маси, що поступає в басейн оборотного браку, кг;

$P_3$  - кількість води, що поступає в басейн надлишкових вод, кг;

$C_1, C_2, C_3$  - відсоток волокна у відповідних потоках, %.

$P_1 = 1288,73$  кг.

$C_1 = 0,8$  %;  $C_2 = 3,5$  %;  $C_3 = 0,04$  %.

$P_2$  -?,  $P_3$  -?.

Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Після зміш.мокр.браку	1288,73	0,8000	10,31	1278,42
Надійшло(всього)	1288,73		10,31	1278,42
В басейн обор.браку	283,07	3,5000	9,91	273,17
В басейн надл.вод	1005,66	0,0400	0,40	1005,26
Пішло (всього)	1288,73		10,31	1278,42

### Басейн оборотного браку



$P_1$  - кількість маси, що надходить з гідророзбивача сухого браку, кг;

$P_2$  - кількість маси, що надходить із гауч-мішалки мокрого браку, кг;

$P_3$  - кількість маси, що поступає в композиційний басейн, кг;

$C_1, C_2, C_3$  - відсоток волокна у відповідних потоках, %.

$P_1 = 1441,21$  кг;  $P_2 = 283,07$  кг.

$C_1 = 3,5$  %;  $C_2 = 3,5$  %;  $C_3 = 3,5$  %.

$P_4$  -?,  $C_4$  -?

Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
З г/розбив.сух.браку	1441,21	3,50	50,44	1390,77
Зі зміш.мокрого браку	283,07	3,50	9,91	273,17
Надійшло(всього)	<b>1724,29</b>		<b>60,35</b>	<b>1663,94</b>
В композиц.басейн	1724,29	3,50	60,35	1663,94
Пішло (всього)	<b>1724,29</b>		<b>60,35</b>	<b>1663,94</b>

### Композиційний басейн



$P_1$  - кількість маси, що надходить з гідророзбивачів целюлози, кг;

$P_2$  - кількість маси, що надходить з басейна оборотного браку, кг;

$P_3$  - кількість скопу, що надходить з дискового фільтра, кг;

$P_4$  - кількість маси, що поступає в машинний басейн, кг;

$C_1, C_2, C_3, C_4$  - відсоток волокна у відповідних потоках, %.

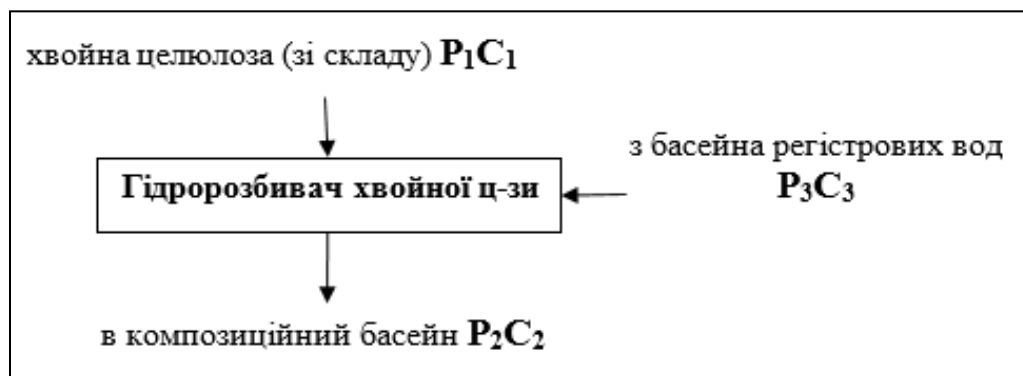
$P_2 = 1724,29$  кг;  $P_4 = 31288,22$  кг.

$C_2 = 3,5 \%$ ;  $C_3 = 3,5 \%$ ;  $C_4 = 3,5 \%$ .

$P_1$  -?,  $C_1$  -?.

Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Із г/розбив.хв.цел-зи	17737,76	3,5000	620,82	17116,94
Із г/розб.лист.цел-зи	11825,17	3,5000	413,88	11411,29
Із басейна обіг.браку	1724,29	3,5000	60,35	1663,94
Скоп з диск.фільтра	1,00	3,5000	0,04	0,97
Надійшло(всього)	31288,22		1095,09	30193,13
В машинний басейн	31288,22	3,5000	1095,09	30193,13
Пішло (всього)	31288,22		1095,09	30193,13

### Гідророзбивач хвойної целюлози



$P_1$  - кількість хвойної целюлози, що надходить зі складу, кг;

$P_2$  - кількість маси, що поступає в композиційний басейн, кг;

$P_3$  - кількість води, що надходить з басейна реєстрових вод, кг;

$C_1, C_2, C_3$  - відсоток волокна у відповідних потоках, %.

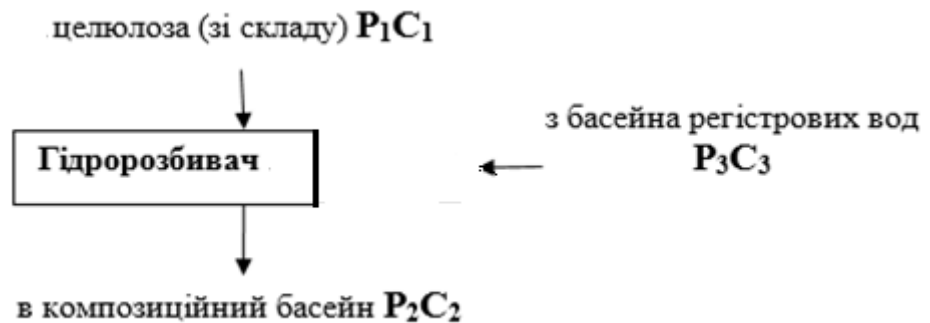
$P_2 = 17737,76$  кг.

$C_1 = 88 \%$ ;  $C_2 = 3,5 \%$ ;  $C_3 = 0,1756 \%$ .

$P_1$  -?,  $P_3$  -?.

Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Хв.цел-за зі складу	671,43	88,00	590,86	80,57
Вода з бас.рег.вод	17066,33	0,1756	29,96	17036,36
Надійшло(всього)	17737,76		620,82	17116,94
В композиційний бас.	17737,76	3,50	620,82	17116,94

Пішло (всього)	17737,76		620,82	17116,94
----------------	----------	--	--------	----------



### Гідророзбивач евкаліптової целюлози

$P_1$  - кількість хвойної целюлози, що надходить зі складу, кг;

$P_2$  - кількість маси, що поступає в композиційний басейн, кг;

$P_3$  - кількість води, що надходить з басейна реєстрових вод, кг;

$C_1, C_2, C_3$  - відсоток волокна у відповідних потоках, %.

$P_2 = 11825,17$  кг.

$C_1 = 88\%$ ;  $C_2 = 3,5\%$ ;  $C_3 = 0,1756\%$ .

$P_1$  -?,  $P_3$  -?.

Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Евкаліптова.цел-за зі складу	447,62	88,00	393,91	53,71
Вода з бас.рег.вод	11377,55	0,1756	19,97	11357,58
Надійшло(всього)	11825,17		413,88	11411,29
В композиційний бас.	11825,17	3,50	413,88	11411,29
Пішло (всього)	11825,17		413,88	11411,29



## Басейн реєстрових вод



$P_1$  - кількість води, що надходить з реєстрової частини, кг;  $P_2$  - кількість води, що надходить із сортувалки, кг;  $P_3$  - кількість реєстрової води, що поступає в гідророзбивач хвойної целюлози, кг;  $P_4$  - кількість реєстрової води, що поступає в гідророзбивач сухого браку, кг;  $P_5$  - кількість реєстрової води, що поступає в мішалку мокрого браку, кг;  $P_6$  - кількість реєстрової води, що поступає у змішувальний насос №1, кг;  $P_7$  - кількість реєстрової води, що поступає у змішувальний насос №2, кг;  $P_8$  - надлишок реєстрової води, що поступає в басейн надлишкових вод, кг;

$C_1, C_2, C_3$  - відсоток волокна у відповідних потоках, %.

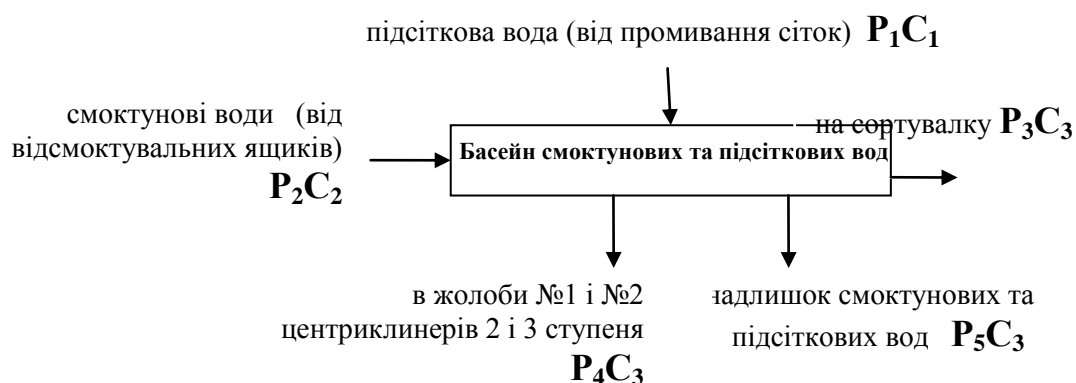
$P_1 = 291286,63$  кг;  $P_2 = 3818,1$  кг;  $P_3 = 17066,33$  кг;  $P_4 = 1391,21$  кг;  $P_5 = 1258,73$  кг;  $P_6 = 116138,2$  кг;  $P_7 = 139805,93$  кг;  $C_1 = 0,17$  %;  $C_2 = 0,6$  %;  $C_3 = 0,1756$  %.

$P_8$  - ?

Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
З реєстрової частини	291286,63	0,1700	495,19	290791,45
Від плоск.сортув.	3818,10	0,6000	22,91	3795,19
Надійшло(всього)	295104,73		518,10	294586,64
На зм.насос №1	116138,20	0,1756	203,90	115934,31
На зм.насос №2	139805,93	0,1756	245,45	139560,48
На г/розб.листян.цел.	11377,55	0,1756	19,97	11357,58

На г/розб.хвойн.цел.	17066,33	0,1756	29,96	17036,36
На г/розб.сухого браку	1391,21	0,1756	2,44	1388,77
На зміш.мокр.браку	1258,73	0,1756	2,21	1256,52
В басейн надл.вод	8066,77	0,1756	14,16	8052,61
Пішло (всього)	295104,73		518,10	294586,64

### Басейн смоктунових та підсіткових вод



$P_1$  – кількість підсіткової води, що надходить після промивання сіток, кг;

$P_2$  – кількість води, що надходить від відсмоктувальних ящиків, кг;

$P_3$  – кількість води на спорски сортувалки, кг;

$P_4$  – кількість води, що надходить в жолоби №1 і №2 центриклинерів 2 і 3 ступеня, кг;

$P_5$  – надлишок води, що поступає в басейн надлишкових вод, кг;

$C_1, C_2, C_3$  – масова частка волокна у відповідних потоках, %.

$P_1 = 15000,00$  кг;  $P_2 = 14781,16$  кг;  $P_3 = 824,41$  кг;  $P_4 = 22043,8$  кг.

$C_1 = 0,004$  %;  $C_2 = 0,1$  %;  $C_3 = 0,0516$  %.

$P_5 = ?$

Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Від відсмоктув.ящиків	14781,16	0,1000	14,78	14766,38
Від промив.сітки	15000,00	0,0040	0,60	14999,40

Надійшло(всього)	29781,16		15,38	29765,78
На сортувалку	824,41	0,0516	0,43	823,99
В жолоб №1 і №2	22043,80	0,0516	11,39	22032,42
В басейн надлишк.вод	6912,95	0,0516	3,57	6909,38
Пішло (всього)	29781,16		15,38	29765,78

### Басейн надлишкових вод



$P_1$  - кількість води, що надходить з басейна реєстрових вод, кг;

$P_2$  - кількість води, що надходить з басейна смоктунових та підсіткових вод, кг;

$P_3$  - кількість води, що надходить з гауч-вала, кг;

$P_4$  - кількість води, що надходить із згущувача мокрого браку, кг;

$P_5$  - надлишок води, що поступає на дисковий фільтр, кг;

$C_1, C_2, C_3, C_4, C_5$  - відсоток волокна у відповідних потоках, %.

$P_1 = 8066,77$  кг;  $P_2 = 6912,95$  кг;  $P_3 = 5033,79$  кг;  $P_4 = 1005,66$  кг;

$C_1 = 0,1756$  %;  $C_2 = 0,0516$  %;  $C_3 = 0,004$  %,  $C_4 = 0,04$  %.

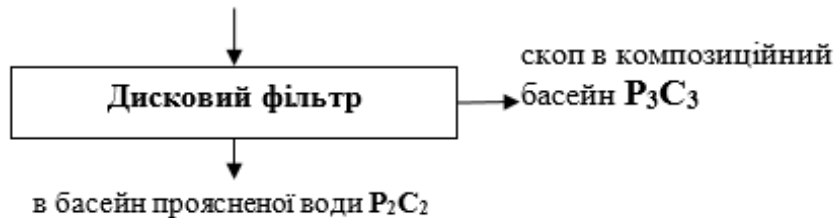
$P_5$  - ?,  $C_5$  - ?.

Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
З басейну рег.вод	8066,77	0,1756	14,16	8052,61
З басейну смокт. та підс. вод	6912,95	0,0516	3,57	6909,38
Від гауч-вала	5033,79	0,0040	0,20	5033,59
Від сгущ.мокр.браку	1005,66	0,0400	0,40	1005,26

Надійшло(всього)	21019,17		18,34	21000,83
На дисковий фільтр	21019,17	0,0872	18,34	21000,83
Пішло (всього)	21019,17		18,34	21000,83

### Дисковий фільтр

із басейна надлишкових вод  $P_1C_1$



$P_1$  - кількість води, що надходить з басейну надлишкових вод, кг;

$P_2$  - кількість маси, що поступає в басейн проясненої води, кг;

$P_3$  - кількість скопу, що поступає в композиційний басейн, кг;

$C_1, C_2, C_3$  - відсоток волокна у відповідних потоках, %.

$P_1 = 21019,17$  кг;

$C_1 = 0,0872$  %;  $C_2 = 0,001$  %;  $C_3 = 3,5$  %.

$P_2$  -?,  $P_3$  -?.

Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
З басейну надл.вод	21019,17	0,0872	18,34	21000,83
Надійшло(всього)	21019,17		18,34	21000,83
Скоп в композиц.басейн	518,04	3,50	18,13	499,90
В басейн освітл.вод	20501,13	0,0010	0,21	20500,93
Пішло (всього)	21019,17		18,34	21000,83

Як виходить з результатів розрахунку, кількість скопу ( $P_3$ ), який утворюється в результаті освітлення води та повинен надійти до композиційного басейну становить **518,04** кг. Ця величина значно перевищує цифру, яка була попередньо прийнята (**1 кг**) в процесі розрахунку балансу в композиційному

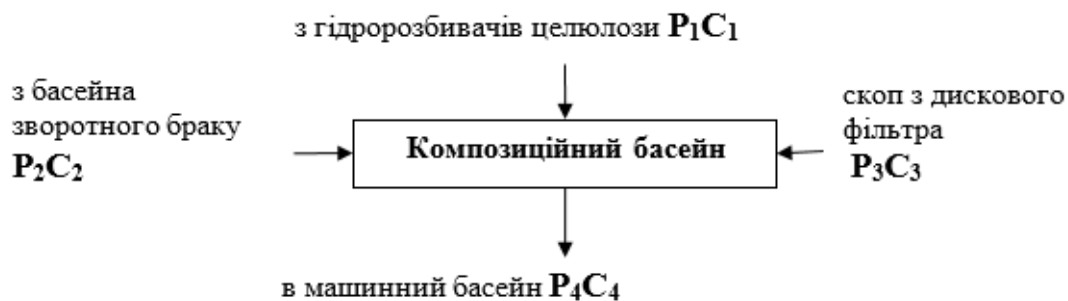
басейні.

Як висновок: потрібно провести перерахунок матеріального балансу для композиційного басейну та наступних блоків, враховуючи нове значення  $P_3$ .

Таким чином, враховуючи попередні висновки, перерахунок матеріального балансу необхідно виконати для таких блоків, як: композиційний басейн, гідророзбивачі целюлози, басейн реєстрових вод, басейн надлишкових вод та дисковий фільтр.

## Результати першого перерахунку матеріального балансу

### Композиційний басейн



$P_1$  - кількість маси, що надходить з гідророзбивачів целюлози, кг;

$P_2$  - кількість маси, що надходить з басейна оборотного браку, кг;

$P_3$  - кількість скопу, що надходить з дискового фільтра, кг;

$P_4$  - кількість маси, що поступає в машинний басейн, кг;

$C_1, C_2, C_3, C_4$  - відсоток волокна у відповідних потоках, %.

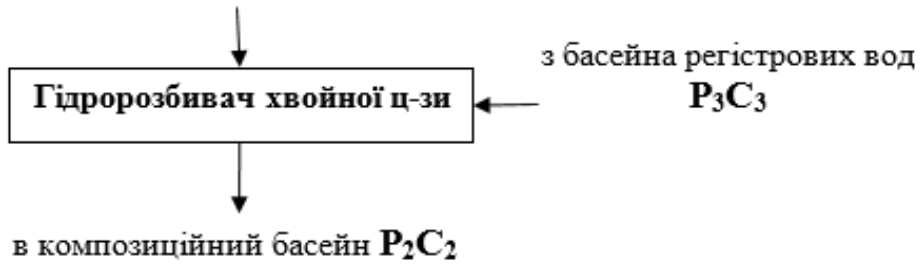
$P_2 = 1724,29$  кг;  $P_3 = 518,0$  кг;  $P_4 = 31288,22$  кг.

$C_2 = 3,5$  %;  $C_3 = 3,5$  %;  $C_4 = 3,5$  %.  $P_1$  - ?

Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Із г/розбив.хв.цел-зи	17427,56	3,5000	609,96	16817,59
Із г/розб.лист.цел-зи	11618,37	3,5000	406,64	11211,73
Із басейна обіг.браку	1724,29	3,5000	60,35	1663,94
Скоп з диск.фільтра	518,00	3,5000	18,13	499,87
Надійшло(всього)	31288,22		1095,09	30193,13
В машинний басейн	31288,22	3,5000	1095,09	30193,13
Пішло (всього)	31288,22		1095,09	30193,13

### Гідророзбивач хвойної целюлози

хвойна целюлоза (зі складу)  $P_1C_1$



$P_1$  - кількість хвойної целюлози, що надходить зі складу, кг;

$P_2$  - кількість маси, що поступає в композиційний басейн, кг;

$P_3$  - кількість води, що надходить з басейна реєстрових вод, кг;

$C_1, C_2, C_3$  - відсоток волокна у відповідних потоках, %.

$P_2 = 25556,21$  кг.

$C_1 = 88\%$ ;  $C_2 = 3,78\%$ ;  $C_3 = 0,1432\%$ .

$P_1$  -?,  $P_3$  -?.

Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Хв.цел-за зі складу	659,69	88,00	580,53	79,16
Вода з бас.рег.вод	16767,87	0,1756	29,44	16738,43
Надійшло(всього)	17427,56		609,96	16817,59
В композиційний бас.	17427,56	3,50	609,96	16817,59
Пішло (всього)	17427,56		609,96	16817,59

### Гідророзбивач евкаліптової целюлози

$P_1$  - кількість хвойної целюлози, що надходить зі складу, кг;

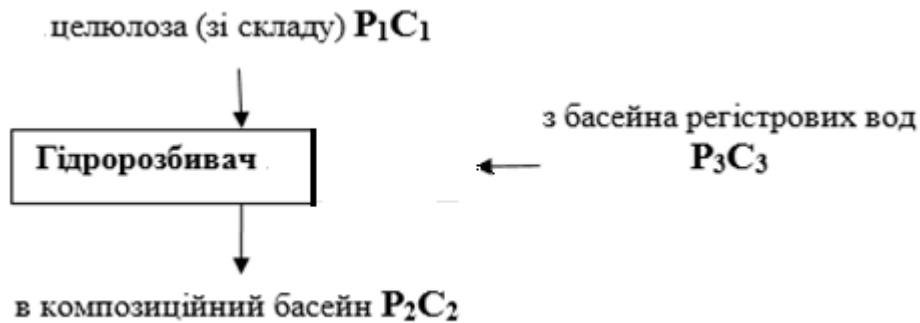
$P_2$  - кількість маси, що поступає в композиційний басейн, кг;

$P_3$  - кількість води, що надходить з басейна реєстрових вод, кг;

$C_1, C_2, C_3$  - відсоток волокна у відповідних потоках, %.

$P_2 = 11618,37$  кг.

$C_1 = 88\%$ ;  $C_2 = 3,5\%$ ;  $C_3 = 0,1756\%$ .



$P_1$  -?,  $P_3$  -?.

Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Евкал.цел-за зі складу	439,79	88,00	387,02	52,78
Вода з бас.рег.вод	11178,58	0,1756	19,63	11158,95
Надійшло(всього)	11618,37		406,64	11211,73
В композиційний бас.	11618,37	3,50	406,64	11211,73
Пішло (всього)	11618,37		406,64	11211,73

### Басейн реєстрових вод



$P_1$  - кількість води, що надходить з реєстрової частини, кг;  $P_2$  - кількість води, що надходить із сортувалки, кг;  $P_3$  - кількість реєстрової води, що поступає в гідророзбивач хвойної целюлози, кг;  $P_3^*$  - кількість реєстрової води, що поступає в гідророзбивач евкалиптової целюлози, кг;  $P_4$  - кількість реєстрової води, що поступає в гідророзбивач сухого браку, кг;  $P_5$  - кількість реєстрової води, що поступає в мішалку мокрого браку, кг;  $P_6$  - кількість реєстрової води, що поступає у змішувальний насос №1, кг;  $P_7$  - кількість реєстрової води, що поступає у змішувальний насос №2, кг;  $P_8$  - надлишок реєстрової води, що поступає в басейн надлишкових вод, кг;

$C_1, C_2, C_3$  - відсоток волокна у відповідних потоках, %.

$P_1 = 291286,63$  кг;  $P_2 = 3818,1$  кг;

$P_3 = 16767,87$  кг;  $P_3^* = 11178,58$ ;  $P_4 = 1391,21$  кг;  $P_5 = 1258,73$  кг;

$P_6 = 116138,2$  кг;  $P_7 = 139805,93$  кг;

$C_1 = 0,17$  %;  $C_2 = 0,6$  %;  $C_3 = 0,1756$  %.

**$P_8$  - ?.**

Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
З реєстрової частини	291286,63	0,1700	495,19	290791,45
Від плоск.сортув.	3818,10	0,6000	22,91	3795,19
Надійшло(всього)	295104,73		518,10	294586,64
На зм.насос №1	116138,20	0,1756	203,90	115934,31
На зм.насос №2	139805,93	0,1756	245,45	139560,48
На г/розб.листян.цел.	11178,58	0,1756	19,63	11158,95
На г/розб.хвойн.цел.	16767,87	0,1756	29,44	16738,43
На г/розб.сухого браку	1391,21	0,1756	2,44	1388,77
На зміш.мокр.браку	1258,73	0,1756	2,21	1256,52
В басейн надл.вод	8564,20	0,1756	15,04	8549,17
Пішло (всього)	295104,73		518,10	294586,64

Басейн надлишкових вод





$P_1$  - кількість води, що надходить з басейна реєстрових вод, кг;

$P_2$  - кількість води, що надходить з басейна смоктунових та підсіткових вод, кг

$P_3$  - кількість води, що надходить з гауч-вала, кг;

$P_4$  - кількість води, що надходить із згущувача мокрого браку, кг;

$P_5$  - надлишок води, що поступає на дисковий фільтр, кг;

$C_1, C_2, C_3, C_4, C_5$ , - відсоток волокна у відповідних потоках, %.

$P_1 = 8564,2$  кг;  $P_2 = 6912,95$  кг;  $P_3 = 5033,79$  кг;  $P_4 = 1005,56$  кг;

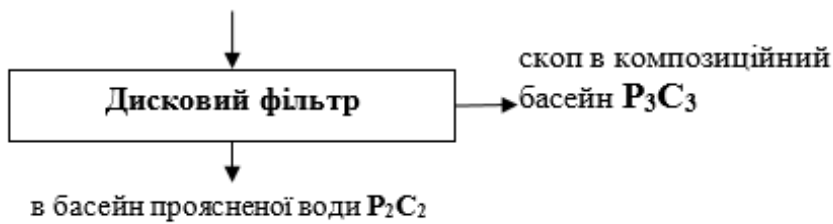
$C_1 = 0,1756$  %;  $C_2 = 0,0516$  %;  $C_3 = 0,004$  %,  $C_4 = 0,04$  %.

$P_5$  - ?,  $C_5$  - ?.

Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
З басейну рег.вод	8564,20	0,1756	15,04	8549,17
З басейну смокт. та підс. вод	6912,95	0,0516	3,57	6909,38
Від гауч-вала	5033,79	0,0040	0,20	5033,59
Від сгущ.мокр.браку	1005,66	0,0400	0,40	1005,26
Надійшло(всього)	21516,60		19,21	21497,39
На дисковий фільтр	21516,60	0,0893	19,21	21497,39
Пішло (всього)	21516,60		19,21	21497,39

Дисковий фільтр

із басейна надлишкових вод  $P_1C_1$



$P_1$  - кількість води, що надходить з басейну надлишкових вод, кг;

$P_2$  - кількість маси, що поступає в басейн проясненої води, кг;

$P_3$  - кількість скопу, що поступає в композиційний басейн, кг;

$C_1, C_2, C_3$  - відсоток волокна у відповідних потоках, %.

$P_1 = 21516,6$  кг;

$C_1 = 0,0893$  %;  $C_2 = 0,001$  %;  $C_3 = 3,5$  %.

$P_2$  -?,  $P_3$  -?.

Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
З басейну надл.вод	21516,60	0,0893	19,21	21497,39
Надійшло(всього)	21516,60		19,21	21497,39
Скоп в композиц.басейн	543,85	3,50	19,00	523,85
В басейн освітл.вод	20973,74	0,0010	0,21	20973,53
Пішло (всього)	21516,60		19,21	21497,39

Як виходить з результатів перерахунку, кількість скопу ( $P_3$ ), який утворюється в результаті освітлення води та повинен поступити до композиційного басейну, становить **544** кг. Ця величина перевищує цифру, яка була прийнята в попередньому перерахунку (**518** кг) матеріального балансу в композиційному басейні. Як висновок потрібно провести перерахунок матеріального балансу для композиційного басейну та наступних блоків.

### Результати повторних перерахунків матеріального балансу

Враховуючи, що алгоритм перерахунку не змінився, наведемо лише кінцеві

результати.

### Композиційний басейн

Зважаючи на те, що змінилася кількість скопу  $P_3 = 544$  кг (проти  $P_3 = 518$  кг), відповідно перерахована і кількість маси, що поступає із гідророзбивачів целюлози. Враховуючи композицію:

- із гідророзбивача хвойної целюлози повинно надійти:  $P_1 = 17411,96$  кг;
- із гідророзбивача евкаліптової целюлози:  $P_2 = 11607,97$  кг

### Гідророзбивач хвойної целюлози

Зважаючи, що змінилася кількість маси з хвойної целюлози, що поступає в композиційний басейн  $P_3 = 17411,96$  кг (проти  $P_3 = 17424,56$  кг), відповідно перераховані:

- кількість води, що надходить з басейна реєстрових вод:  $P_2 = 16752,86$  кг (проти  $P_2 = 16767,87$  кг);
- кількість хвойної целюлози, що поступає зі складу:  $P_1 = 659,1$  кг (проти  $P_1 = 659,69$  кг).

### Гідророзбивач евкаліптової целюлози

Зважаючи, що змінилася кількість маси целюлози, що поступає в композиційний басейн  $P_3 = 11607,97$  кг (проти  $P_3 = 11618,37$  кг), відповідно перераховані:

- кількість води, що надходить з басейна реєстрових вод:  $P_2 = 11168,57$  кг (проти  $P_2 = 11178,58$  кг);
- кількість целюлози, що поступає зі складу:  $P_1 = 439,4$  кг (проти  $P_1 = 439,79$  кг).

### Басейн реєстрових вод

За рахунок деякого перерозподілу потоків надлишок реєстрової води в басейні реєстрових вод змінився з 8564,2 кг до 8589,2 кг.

### Басейн надлишкових вод

За рахунок зміни кількості реєстрової води, що надходить до басейну надлишкових вод, в басейні надлишкових вод дещо змінився середньозважений відсоток волокна.

Загальна кількість волокна = 19,25 кг;

Загальна кількість маси = 21541,6 кг.

$$\text{Отже, } C_6 = \frac{19,25 \cdot 100}{21541,6} = 0,0894\%.$$

Надлишок води, що поступає на дисковий фільтр становить:

$$P_8 = 21541,61 \text{ кг (проти 21516,6 кг).}$$

### Дисковий фільтр

Кількість скопу, що надходить в композиційний басейн становить:

$$P_3 = \frac{P_1(C_2 - C_1)}{(C_2 - C_3)} = \frac{21541,61(0,001 - 0,0894)}{(0,001 - 3,5)} = 544,1 \text{ кг.}$$

Як виходить з результатів перерахунку, кількість скопу ( $P_3$ ), який утворюється в результаті освітлення води та повинен поступити до композиційного басейну, становить **544,1** кг. Ця величина незначно перевищує цифру, яка була прийнята в попередньому перерахунку (**544** кг) матеріального балансу в композиційному басейні. Як висновок: потрібно провести заключний перерахунок матеріального балансу та розробити зведений баланс води і волокна.

### **Заключний перерахунок матеріального балансу**

#### Композиційний басейн

Зважаючи на те, що змінилася кількість скопу  $P_3 = 544,1$  кг, відповідно перерахована і кількість маси, що поступає із гідророзбивачів целюлози:

Таким чином, враховуючи композицію:

- із гідророзбивача хвойної целюлози повинно надійти:  $P_1 = 17411,96$  кг;
- із гідророзбивача евкаліптової целюлози:  $P_2 = 11607,97$  кг

Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Із г/розбив.хв.цел-зи	17411,96	3,5000	609,42	16802,54
Із г/розб.евкал.цел-зи	11607,97	3,5000	406,28	11201,69
Із басейна обіг.браку	1724,29	3,5000	60,35	1663,94
Скоп з диск.фільтра	544,00	3,5000	19,04	524,96

Надійшло(всього)	31288,22		1095,09	30193,13
В машинний басейн	31288,22	3,5000	1095,09	30193,13
Пішло (всього)	31288,22		1095,09	30193,13

### Гідророзбивач хвойної целюлози

Зважаючи, що змінилася кількість маси з хвойної целюлози, що поступає в композиційний басейн  $P_2 = 17411,96$  кг, відповідно перераховані:

- кількість води, що надходить з басейна реєстрових вод:  $P_3 = 16752,86$  кг;
- кількість хвойної целюлози, що поступає зі складу:  $P_1 = 659,1$  кг.

Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Хв.цел-за зі складу	659,10	88,00	580,01	79,09
Вода з бас.рег.вод	16752,86	0,1756	29,41	16723,45
Надійшло(всього)	17411,96		609,42	16802,54
В композиційний бас.	17411,96	3,50	609,42	16802,54
Пішло (всього)	17411,96		609,42	16802,54

### Гідророзбивач евкаліптової целюлози

Зважаючи, що змінилася кількість маси з хвойної целюлози, що поступає в композиційний басейн  $P_2 = 11607,97$  кг, відповідно перераховані:

- кількість води, що надходить з басейна реєстрових вод:  $P_3 = 11168,57$  кг;
- кількість хвойної целюлози, що поступає зі складу:  $P_1 = 439,4$  кг.

Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Евк.цел-за зі складу	439,40	88,00	386,67	52,73
Вода з бас.рег.вод	11168,57	0,1756	19,61	11148,96
Надійшло(всього)	11607,97		406,28	11201,69
В композиційний бас.	11607,97	3,50	406,28	11201,69
Пішло (всього)	11607,97		406,28	11201,69

### Басейн реєстрових вод

За рахунок деякого перерозподілу потоків надлишок реєстрової води в басейні реєстрових вод змінився до 8589,22 кг.

Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
З реєстрової частини	291286,63	0,1700	495,19	290791,45
Від плоск.сортув.	3818,10	0,6000	22,91	3795,19
Надійшло(всього)	295104,73		518,10	294586,64
На зм.насос №1	116138,20	0,1756	203,90	115934,31
На зм.насос №2	139805,93	0,1756	245,45	139560,48
На г/розб.листян.цел.	11168,57	0,1756	19,61	11148,96
На г/розб.хвойн.цел.	16752,86	0,1756	29,41	16723,45
На г/розб.сухого браку	1391,21	0,1756	2,44	1388,77
На зміш.мокр.браку	1258,73	0,1756	2,21	1256,52
В басейн надл.вод	8589,22	0,1756	15,08	8574,14
Пішло (всього)	295104,73		518,10	294586,64

### Басейн надлишкових вод

За рахунок зміни кількості реєстрової води, що надходить до басейну надлишкових вод, в басейні надлишкових вод дещо змінився середньозважений відсоток волокна.

Загальна кількість волокна = 19,25 кг;

Загальна кількість маси = 21541,61 кг.

Отже,  $C_6 = \frac{19,25 \cdot 100}{21541,61} = 0,0894 \%$ .

Надлишок води, що поступає на дисковий фільтр становить:

$P_8 = 21541,61$  кг

Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
З басейну рег.вод	8589,22	0,1756	15,08	8574,14
З басейну смокт. та підс. вод	6912,95	0,0516	3,57	6909,38
Від гауч-вала	5033,79	0,0040	0,20	5033,59
Від сгущ.мокр.браку	1005,66	0,0400	0,40	1005,26
Надійшло(всього)	21541,61		19,25	21522,36
На дисковий фільтр	21541,61	0,0894	19,25	21522,36
Пішло (всього)	21541,61		19,25	21522,36

### Дисковий фільтр

Кількість скопу, що надходить в композиційний басейн становить:

$$P_3 = \frac{P_1(C_2 - C_1)}{(C_2 - C_3)} = \frac{21541,61(0,001 - 0,0894)}{(0,001 - 3,5)} = 544,1 \text{ кг.}$$

Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
З басейну надл.вод	21541,61	0,0894	19,25	21522,36
Надійшло(всього)	21541,61		19,25	21522,36
Скоп в композиц.басейн	544,10	3,50	19,04	525,06
В басейн освітл.вод	20997,51	0,0010	0,21	20997,30
Пішло (всього)	21541,61		19,25	21522,36

Результати остаточного перерахунку показують, що рішення закінчити перерахунок матеріального балансу було правильним, адже кількість скопу ( $P_3 = 544,1$  кг) дорівнює кількості, що була отримана в попередньому перерахунку ( $P_3 = 544,1$  кг).

### Басейн прояснених вод

з дискового фільтра  $P_1 C_1$



$P_1$  - кількість води, що надходить з дискового фільтра, кг;

$P_2$  - кількість надлишкової води, що використовується при виробництві картону, кг;

$C_1, C_2$  - відсоток волокна у відповідних потоках.

$P_1 = 20997,51$  кг.

$C_1 = 0,001$  %;  $C_2 = 0,001$  %.

$P_2$  - ?.

Найменування	Маса, кг	Концентрація,	Волокно, кг	Вода, кг
--------------	----------	---------------	-------------	----------

		%		
Після дисков.фільтра	20997,51	0,0010	0,21	20997,30
Надійшло(всього)	20997,51		0,21	20997,30
На очисні споруди	20997,51	0,0010	0,21	20997,30
Пішло (всього)	20997,51		0,21	20997,30

### Результати зведеного балансу води та волокна

В табл. 3.2 наведені результати зведеного балансу води і волокна.

Таблиця 3.2 – Результати зведеного балансу води і волокна

Волокно (абс.сух.),кг	Надходження	Витрата
Хвойна целюлоза (вибілена)	580,01	
Евкалиптова целюлоза (вибілена)	386,67	
Всього:	966,68	
Готова продукція		960,00
Відходи центриклинерів III ст.		1,01
З пресовими водами		3,39
Промивка сукон		0,07
На очисні споруди		0,21
Відходи сортувалки (на переробку)		2,00
	Всього:	966,67
Вода, кг	Надходження	Витрата
З хвойною целюлозою	79,09	
З евкалиптовою целюлозою	52,73	
Свіжа вода на промивання сіток	15000,00	
Свіжа вода на відсічки відсм.ящиків	8 500,00	
Свіжа вода на промив. сукна	6 500,00	
Свіжа вода на відсічки в гаучі	2 200,00	
Всього:	32 331,82	
З готовою продукцією		40,00



З парою при сушінні		1190,00
З відходами центр. III ст.		149,00
З пресовими водами		3390,82
Вода після промивки сукон		6499,94
На очисні споруди		20997,30
З відходами сортувалки (на переробку)		64,67
	Всього:	32 331,72

Для розрахунку безповоротних втрат волокна потрібно врахувати всі його втрати для даного виробництва. В даному випадку вони становлять:

$$966,67 - 960 = 6,67 \text{ кг.}$$

В такому випадку вимої волокна (ВВ) становлять:

$$ВВ = \frac{6,67 \cdot 100}{966,67} = 0,68 \text{ \%}.$$

Якщо врахувати, що відходи центриклинерів 3 ступеня не відносяться до волокна, а відходи сортувалки будуть використані (в якості волокна) в межах комбінату (фабрики), то величина безповоротних втрат волокна може бути зменшена, а саме:

$$966,67 - 960,00 - 1,01 - 2,0 = 3,66 \text{ кг.}$$

В цьому випадку вимої волокна (ВВ) становлять:

$$ВВ = \frac{3,66 \cdot 100}{966,67} = 0,38 \text{ \%}.$$

#### 4 ВИБІР ОСНОВНОГО ОБЛАДНАННЯ

Основним виробничим вузлом при виробництві паперу являється папероробна машина. Обрана папероробна машина, технічні характеристики якої наведені у табл. 4.1.

Таблиця 4.1 – Технічна характеристика папероробної машини «Фойт»

Параметр	Величина
Вид продукції	
папір для простирадл масою, г/м <sup>2</sup>	45
Обрізна ширина, мм	4200
Максимальна швидкість машини, м/хв	1200
Робоча швидкість машини, м/хв	850
Габарити -довжина,мм	16000
Маса, т	470

Продуктивність папероробної машини, кг/год, розраховується за формулою:

$$Q = 0,06 \cdot B_0 \cdot V \cdot g \cdot K_1 \cdot K_2 ,$$

де, 0,06 – коефіцієнт переводу одиниць часу та маси;

$B_0$  – обрізна ширина полотна, м;

$V$  – робоча швидкість папероробної машини, м/хв.;

$g$  – маса 1 м<sup>2</sup> полотна, г;

$K_1$  - коефіцієнт, що враховує холостий хід машини,  $K_1 = 0,95-0,98$ ;

$K_2$  - коефіцієнт, що враховує використання максимальної робочої швидкості,

$$K_2 = 0,9;$$

Приймаємо до розрахунку продуктивності машини наступні значення:

$$B_0 = 4,2 \text{ м}; V = 850 \text{ м/хв.}; g = 45 \text{ г/м}^2. K_1 = 0,97; K_2 = 0,9;$$

Звідси,

$$Q = 0,06 \cdot 4,2 \cdot 850 \cdot 45 \cdot 0,97 \cdot 0,90 = 8415 \text{ кг/год}$$

Добова продуктивність із врахуванням того, що підприємство працює 22,5 год/год.

$$Q_{\text{добова}} = 8415 \cdot 22,5 = 189\,337,5 \text{ кг/добу або } 189,3 \text{ т/добу}$$

Річна продуктивність машини із врахуванням того, що підприємство працює 345 днів/рік:

$$Q_{\text{річна}} = 8415 \cdot 345 = 2\,903\,175 \text{ кг/рік або } 2\,903 \text{ т/рік. або } 2\,900$$

т/рік.

Вибір основного технологічного обладнання відповідно технологічному потоку по проектній технологічній схемі відповідно до заданої продуктивності: 2900 т/рік.

### *Сушильна частина*

Контактно-конвективне сушіння паперу здійснюється на лоцильному циліндрі діаметром 6000 мм, на якому установлені три шабери: знімаючий, крепувальний, очищуючий. Крепувальний і знімаючий шабери мають зворотно-поступальний рух, на них встановлені забірні системи видалення пилу.

Робочий тиск пари – 4 кг/см<sup>2</sup>.

Максимальний (допустимий) тиск в сушильному циліндрі 0,8 МПа (8 кгс/см<sup>2</sup>).

Температура поверхні циліндра 130-160 °С.

Для інтенсифікації процесу сушіння методом високотемпературного конвективного теплообміну над сушильним циліндром установлений ковпак швидкісного сушіння. Діаметр проточних отворів 6-8 мм, швидкість струменів 112 м/с.

Нижче приведені деякі характеристики ковпаку швидкісного сушіння.

Повітря, що подається в ковпак швидкісного сушіння, має наступні

параметри:  $t = 320^{\circ}\text{C}$ , вологовміст  $0,2 \text{ кг/кг}$ , а що виходить:

- тепловміст повітря, що видаляється із першої половини ковпака –  $1350 \text{ кДж/кг}$ ;
- із другої половини ковпака –  $1160 \text{ кДж/кг}$ .

Кут захвату циліндра ковпаком складає  $236^{\circ}\text{C}$ , обдуваюча довжина

циліндру –  $12,43 \text{ м}$ .

Для забезпечення потрібного повітрообміну ковпак оснащений двома вентиляторами для циркуляційного повітря ( $Q = 120000 \text{ м}^3/\text{год}$ ,  $N = 239 \text{ кВт}$  при  $300^{\circ}\text{C}$  і  $N = 514 \text{ кВт}$  при  $20^{\circ}\text{C}$ ,  $n = 1440 \text{ об/хв.}$ ) і двома вентиляторами для видалення повітря ( $Q = 25000 \text{ м}^3/\text{час}$ ,  $N = 14 \text{ кВт}$  при  $300^{\circ}\text{C}$  і  $N = 31 \text{ кВт}$  при  $20^{\circ}\text{C}$ ,  $n = 1395 \text{ об/хв.}$ ).

Нагрів повітря здійснюється в 2-х поточних установках, які працюють на природному газі з теплотворною здатністю  $8000 \text{ ккал/год}$  (теплотворна здатність кожної топкової установки  $4000000 \text{ ккал/год}$ , тиск в камерах горілок (максимальний)  $6000 \text{ Па}$ ). Температура циркулюючого в топковій установці повітря складає на вході –  $280^{\circ}\text{C}$ , на виході –  $360^{\circ}\text{C}$  [8].

Привод машини – багатодвигунний з індивідуальними резисторними перетворювачами, з автоматичним підтриманням заданої швидкості секцій на всьому робочому діапазоні від  $400$  до  $1200 \text{ м/хв.}$

#### *Гідророзбивач*

Для розпуску листяної та евкаліптової целюлози обираємо гідророзбивач типу ГРВ – 24, який має наступні технічні характеристики:

продуктивність, т/добу	75 – 240
об'єм ванни, $\text{м}^3$	24
потужність електродвигуна	250 кВт.

Кількість 4 шт.

Для розпуску сухого браку обираємо гідрозбивач типу ГРВ – 6, який має наступні характеристики:

продуктивність, т/добу	18 – 60
об'єм ванни, $\text{м}^3$	6

потужність електродвигуна, кВт	75
Кількість 1 шт. для розпуску сухого браку	
Матеріал: сталь	

### *Дисковий млин*

Для розмелювання маси обираємо здвоєний дисковий млин МДС-24, який має наступні технічні характеристики: [6]

продуктивність, т/добу	70 – 240
діаметр дисків, мм	800
частота обертання ротора, хв <sup>-1</sup>	750
установка потужність, кВт	630
потужність холостого ходу, кВт	210
окружна швидкість ротора, м/с	31,4
маса, т	13

### Розрахунок кількості млинів для досягнення необхідного ступеня млива:

Вихідний ступінь млива:

сульфатна вибілена хвойна целюлоза – 14<sup>0</sup>ШР

Сульфатна вибілена евкаліптова целюлоза – 18<sup>0</sup>ШР

Кінцевий ступінь млива паперу для простирадл – 32<sup>0</sup>ШР.

Для хвойної целюлози:

Загальний приріст ступеня млива:

$$\Delta \text{СП} = \text{СП}_\text{к} - \text{СП}_\text{п} = 32 - 14 = 18$$

Приймаємо, що приріст ступеня млива на 1 млині становить 7-8<sup>0</sup>ШР.

Кількість дискових млинів:

$$\Delta \text{СП} / 7 = 18 / 7 = 3 \text{ млина}$$

Для евкаліптової целюлози:

Загальний приріст ступеня млива:

$$\Delta \text{СП} = \text{СП}_\text{к} - \text{СП}_\text{п} = 32 - 18 = 14$$

Приймаємо, що приріст ступеня млива на 1 млині становить 10-12 °ШР.

Кількість дискових млинів:

$$\Delta \text{СП} / 10 = 14/10 = 2 \text{ млина}$$

### *Вихрові конічні очисники типу ОМ-01*

Використовується для грубого очищення маси з метою видалення із целюлозної маси частинок з високою питомою масою, таких як металеві джгути, пісок та ін. [8]

діаметр очисника: 140 мм;

пропускна здатність: 670 л/хв.;

ступінь очистки металевих частин розміром > 3 мм, не менше 80 %;

маса: 0,33 т;

Габаритні розміри, м

- довжина 1,02
- ширина 0,94
- висота 2,66

### *Басейн розмеленої маси*

Місткістю 200 м<sup>3</sup>, що дає можливість створення умов для безперервної роботи ПРМ на 30 хв:

діаметр басейну 5,3 – 5,8 м;

висота 0,250 м;

Матеріал: залізобетон.

### *Композиційний басейн*

Місткістю 320 м<sup>3</sup>, де час зберігання маси 1 год.

діаметр басейну 6,3 – 7,3 м;

висота 0,25 м;

Пропелерний пристрій:

діаметр 1,8 м;  
потужність двигуна 75 кВт.

*Бак постійного рівня*

Місткість 1 м<sup>3</sup>;  
Матеріал сталь;  
Кількість 3 шт.

*Установка вихрових конічних очисників УВК-300-02*

Продуктивність, т/доб	300
Пропускна здатність очисника, л/хв.	400
Діаметр очисника, мм	160
Діаметр отвору насадки, мм	24
Число очисників за ступенями, шт.:	114
	32
	6
Маса з насосом та двигуном, т	35,30

*Вузлоуловлювач закритого типу УЗ-15*

Площа сита, м <sup>2</sup>	5,6
Продуктивність, т/доб	100-400
Перепад тиску, МПа	0,02 – 0,05
Частота обертання ротора, хв. <sup>-1</sup>	310
Діаметр отворів сита, мм	1,4 – 2,4
Потужність електродвигуна, кВт	75

Габаритні розміри, м:

ширина	3,03
довжина	4,01
висота	2,65
Загальна маса, т	8,3

*Вібраційна сортувалка СВ-05*

продуктивність по п.с.р., т/добу	20 – 300
концентрація маси, що надходить, %	0,4 – 1,5
потужність електродвигунів, кВт	13,0 та 1,0
габаритні розміри, мм	
довжини	2850
ширина	3750
висота	2350
маса, кг	4806

*Шаберний згущувач СШ-25-01*

продуктивність при роботі, т/добу	70–90
концентрація волокна, що надходить, %	0,4-1
концентрація волокна згущеного,%	5-7
параметри сіткового циліндра	
- діаметр, м	2,0
- довжина, м	4,0
- площа бічної поверхні, м <sup>2</sup>	25
- частота обертання барабана, хв <sup>-1</sup>	14,16, 18;
- споживана потужність, кВт	11.

габаритні розміри – 6,00х3,05х2,56 м;

маса – 11,50 т.

*Насос для подачі води 10НМКХ2*

Потужність: 590 кВт

*Змішувальний насос марки 10 ФСД9А*

Потужність на валу насоса: 31,2 кВт,

електродвигуна: 40 кВт.

*Насос для маси марки 10 ФМД-9*

Потужність на валу насоса: 568 кВт,



електродвигуна: 75 кВт

### *Поздовжньо-різальний станок С5 – 321*

Поздовжньо-різальний станок С5 – 301 – призначений для розрізання і намотування в рулони. Обрізна ширина 4200 мм. Робоча швидкість 200-1200 м/хв. Найбільший діаметр намотуваного рулону 2200 мм [8].

## **5 ОБ'ЄМНО-ПЛАНУВАЛЬНЕ РІШЕННЯ БУДІВЛІ ЦЕХУ**

Район будівництва с. Кохавинка.

Будівля двопрольотна двоповерхова, кранова з вантажопідйомністю мостового крану до 20 т. Каркас будівлі збірний залізобетонний. Висота першого поверху 6 м. Довжина будівлі 78 м, ширина 33 м. Фундаменти колон залізобетонні, ступінчаті, монолітні.

Крок колон будівлі становить 6 м. На першому поверсі довжина прогонів 6 м та один 9 м, а на другому поверсі два прогони – 9 і 24 м.

На осях 7 та 10 передбачено поперечні температурні шви.

Планування і розміщення виробничих, адміністративно-побутових і складських приміщень зумовлено організацією технологічного процесу шляхом зонування, що забезпечує створення приміщень з однорідним середовищем. Адміністративно-побутові приміщення (кабінет начальника цеху та кімната майстрів) знаходяться всередині будівлі.

Прив'язка колон зовнішніх рядів до крайніх поздовжніх розбивочних осей А і Е 250 мм. У торцевих зовнішніх стін (осі 1 і 13) і у температурного шва (вісь 7 та 10) колони зміщено від вказаних поперечних розбивочних осей на 500 мм. В зазорах між колонами і стіною розміщено колони фахверку.

Колони прямокутного перерізу залізобетонні. Розміри колон ряду 400 × 600 мм, розміри колон фахверку 300 × 300 мм. Міжповерхове перекриття типу І – зі спиранням плит на полки ригелів.

В якості несучих конструкцій на першому поверсі прийнято залізобетонні ригелі номінальною довжиною 6000 мм та плити перекриття – 1500 × 6000 мм, а

на другому поверсі стропильну ферму (для прогону 24 м) та балку плоского покриття (для прогону 9 м). Покриття із залізобетонних плит  $1500 \times 6000$  мм [8]

Стіни великопанельні з одношарових піносілікатних панелей товщиною 200 мм.

Сходові клітини запроектовані як окремо стоячі споруди з несучою цегляною стіною товщиною 380 мм. Ширина сходів 1350 мм, довжина 2100 мм. Віконні отвори стрічкові.

Конструктивне рішення будівлі

Під залізобетонні колони було обрано стовпчастий двоступінчастий фундамент марки ФБ9-1. Він має наступні розміри

- підколонник –  $a \times b = 1200 \times 1200$  мм;
- підошва –  $a_1 \times b_1 = 3000 \times 2400$  мм,  $a_2 \times b_2 = 2100 \times 1800$  мм;
- глибина стакана –  $h_c = 800$  мм;
- висота ступені –  $h = 300$  мм.

Верх підколонника розташований на 150 мм нижче нульової відмітки.

Під колони фахверку було обрано стовпчастий двоступінчастий фундамент марки ФА6-1. Він має наступні розміри:

- підколонник –  $a \times b = 900 \times 900$  мм;
- підошва –  $a_1 \times b_1 = 2400 \times 2100$  мм,  $a_2 \times b_2 = 1500 \times 1500$  мм;
- глибина стакана –  $h_c = 700$  мм;
- висота ступені –  $h = 300$  мм.

Верх підколонника розташований на 150 мм нижче нульової відмітки.

Збірні залізобетонні колони було обрано прямокутного перерізу для промислових будівель з мостовим краном.

Для прогонів 24 м та 9 м, а кроку 6 м колони КПІ-3 з суцільним прямокутним перерізом розміром  $400 \times 600$  мм, відмітка верху залізобетонної частини 19,55 м. Глибина занурення колони в стакан фундаменту 900 мм.

Колони розраховані на установку крану вантажопідйомністю до 20 т.

Біля торцевих стін встановлюються колони фахверку марки КФ-11, з кроком 6 м. Прив'язка цих колон до стін нульова. Колони мають однаковий по

всій довжині прямокутний розріз та розмір  $300 \times 300$  мм. Висота колон фахверку на 150 мм менша за висоту основних колон і становить 19,4 м [8].

Оскільки, стіни виконуються з одношарових піносілікатних панелей товщиною 200 мм, то вони є навісними і спираються на колони фахверку та фундамент колон. Мають звукоізоляційну здатність, прості при монтажі й експлуатації. Шви при монтажі плит зашпаровуються бетонним розчином або іншими матеріалами залежно від технології кладки й технічних вимог. На швах плити кріпляться закладними деталями одна до одної, а також до колон.

Внутрішні стіни також виконуються з одношарових піносілікатних панелей і мають товщину 150 мм. Вони виконують функцію огороження адміністративно-побутових приміщень, які розміщені на другому поверсі.

Було обрано покриття промислової будівлі, яке має такий склад: збірні залізобетонні плити покриття (300 мм), бітум (20 мм), керамзитобетон (80 мм), цементна стяжка (20 мм), 2 шари рубероїду на бітумі (70 мм) та захисний шар з гравію заглибленого у бітумну мастику (20 мм).

Для міжповерхового перекриття на першому поверсі з сіткою колон  $6 \times 6$  м було обрано ригелі марки ІБ1 та ІБ3. Їх довжини становлять, відповідно, 5000 і 5500 мм. З сіткою колон  $6 \times 9$  м – ригелі марки ІБ5, номінальною довжиною 8500 мм. Висота ригелів становить 800 мм.

Оскільки, стіни виконуються з одношарових піносілікатних панелей товщиною 200 мм і є навісними та спираються на колони фахверку та фундамент колон, то було обрано міжповерхове перекриття типу І.

В міжповерховому перекритті типу І плити вкладаються на полиці залізобетонних ригелів і перекриття має товщину (включаючи 100 мм підлоги) 900 мм.

Плити перекриття було обрано типу І марки П-1 та П-2. Їх довжини становлять, відповідно, 5550 мм і 5050 мм, з номінальною шириною 1500 мм. Плити мають три ребра жорсткості [8].

Для руху крану вантажопідйомністю 20 т необхідно облаштовувати рельсовий шлях. Підкранову балку було обрано таврового перерізу для прогону 6 м номінальною довжиною 6000 мм.

Залізобетонну балку плоского покриття було обрано для прогону 9 м висотою 900 мм.

Підлогу на першому поверсі було влаштовано по ґрунту і прийнято рівною 100 мм. Вона складається з шару щебеню (50 мм), бітуму (20 мм) та бетону марки М50 (30 мм). Склад підлоги на другому поверсі складається з плит перекриття (400 мм), цементної стяжки (45 мм) та полімербетону (55 мм). Обраний матеріал підлоги зносостійкий, витримує підвищені експлуатаційні навантаження, вологостійкий і досить економічний.

Було обрано основні сходи, для сполучення між поверхами, розміщені в сходовій клітині. Сходова клітина двохмаршева, ширина маршу – 1300 мм. Між маршами є зазор 100 мм для пропускання пожежного шлангу. Глибина майданчику становить 1350 мм. Марші і майданчики спираються на цегляні стіни товщиною 380 мм (стіна укладається у 1,5 цеглини).

Стрічкові віконні отвори було обрано висотою 1200 мм, які розміщуються у зовнішніх поздовжніх стінах будівлі. На першому поверсі передбачено два ряди вікон, тобто висота становить 2400 мм, на другому три ряди – 3600 мм.

Зовнішні двері будівлі було обрано однопільні. Полотно глухе, дерев'яне. Ширина дверей складає 800 мм, висота 2100 мм. Такі ж двері встановлені при вході в адміністративно-побутові приміщення та до кабінету начальника цеху та кімнати майстрів. Двері на сходову клітину двопільні і мають ширину 1600 мм [8].

## **6 ЗАХОДИ ОХОРОНИ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА**

Для паперових підприємств одними з найважливіших напрямів науково-технічного прогресу є розробка теорії і технології комплексного і безвідходного використання сировини, а також організація кругового водовикористання на підприємствах.

У свою чергу, комплексне використання деревної сировини відкриває перспективи для розширення асортименту продукції, що виробляється.

Найважливішими проблемами, при вирішенні яких ще не досить реалізовані можливості, є зниження масоємкості паперу та більш економічне використання паливно-енергетических ресурсів. Необхідно удосконалити методи очищення і рекуперації промислових відходів [9].

Основні положення щодо заходів охорони навколишнього середовища:

1. Виробництво паперу є пожежонебезпечним, вибухобезпечним.
2. Викиди в атмосферу не повинні перевищувати гранично-допустимі концентрації (ГДК) – згідно з ГОСТ 17.2.3.02, класифікація викидів за складом – згідно з вимогами, які встановлені ГОСТ 17.2.1.01. Охорона атмосферного повітря – згідно з Законом України «Про охорону атмосферного повітря».
3. Під час виробництва, зберігання та використання папір не виділяє шкідливих речовин. У повітряному середовищі і в присутності інших речовин папір не утворює шкідливих сполук.

4. Накопичення, транспортування, знешкодження та поховання відходів – згідно з Законом України «Про вилучення з обігу, переробку, утилізацію, знищення або подальше використання неякісної та небезпечної продукції», ДСТУ 4462.3.01, ДСТУ 4462.3.02.
5. Охорона ґрунту від забруднення промисловими відходами – згідно з «Державними нормами та правилами утримання територій населених місць» (Наказ МОЗ України за № 145 від 17.03.2011).
6. Відходи, що утворюються під час виробництва паперу, що втратили свої споживчі властивості після закінчення строку зберігання або з інших причин, можуть використовуватись для перероблення як вторинна сировина – макулатура відповідно до Закону України «Про відходи» та Закону України «Про вилучення з обігу, переробку, утилізацію, знищення або подальше використання неякісної та небезпечної продукції».
7. Очищення стічних вод здійснюється відповідно до чинної на фабриці схемою.
8. Регістрова вода надходить на розведення маси в змішувальному ящику перед ПРМ. Підсіткова вода використовується під час розпускання целюлози в гідророзбивачі, під час розпускання оборотного браку.
9. Характеристика стічної води після очищення має відповідати вимогам СанПиН 4630. Надлишок оборотної води надходить на насосну станцію, а звідти подається на міські очисні споруди, де її звільняють від волокна. Волокно повертають у виробництво.
10. Злив стічних вод в каналізацію повинен здійснюватися відповідно з вимогами «Правил приймання стічних вод підприємств у комунальні та відомчі системи каналізації населених пунктів України» (Наказ Держбуду України № 37 від 19.02.2002).

## ВИСНОВКИ

1. Розроблено технологічний потік з виробництва паперу для простирадл, в системі ПАТ «Каховинська паперова фабрика», марки СГ-45 масою 45 г/м<sup>2</sup>.
2. Виконано розрахунок матеріального балансу води і волокна, згідно з якого для виробництва 1 т повітряно-сухого паперу потрібно:
3. сульфатної хвойної вибіленої целюлози – 580 кг і води – 79 кг;
4. сульфатної евкаліптової вибіленої целюлози – 386,67 кг і води – 52,73 кг. Вимої волокна становлять 0,38%.
5. Розраховано тепловий баланс.
6. Наведено короткі теоретичні відомості про основні процеси виробництва паперу.
7. Проведено вибір основного та допоміжного технологічного обладнання, яке необхідне для даного технологічного потоку.
8. Наведено об'ємно-планувальне рішення будівлі цеху.
9. Розроблено заходи щодо охорони навколишнього середовища.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Офіційний сайт асоціації українських підприємств целюлозно-паперової галузі «УкрПапір» <http://www.ukrpaper.org>.
2. Фролов М.В., Горбушин В.М., «Производство санитарно-бытовых видов бумаги» - М.: Лесная промышленность, 1977 – 248 с.
3. Офіційний сайт Кохавинської паперової фабрики <http://www.kpf.ua>.
4. Фляте Д.М. Технология бумаги. Учебник для вузов. – М: Лесная промышленность, 1988. - 440 с.
5. Иванов С.П. Технология бумаги – М: Лесная промышленность, 1960. – 448 с.
6. Примаков С.П., Барбаш В.А. Технология паперу і картону: Навчальний посібник для вузів – К: ЕКМО, 2002. – 396 с.
7. Журнал «twogether» №26 «ATMOS Premium Tissue» <http://www.voith.com>
8. Жудро С.П. Технологическое проектирование целлюлозно-бумажных предприятий – М.: Лесная промышленность, 1965. – 96 с.
9. Максимов В.Ф. Охрана труда в целлюлозно-бумажной промышленности – М: Лесная промышленность, 1985, - 352 с.
10. Технологія паперу та картону: метод. вказівки до виконання розрахунків матеріального балансу води і волокна для студентів напряму підготовки 0513 – «Хімічна технологія» програми професійного спрямування 6.051301 «Хімічна технологія переробки деревини та рослинної сировини». Уклад.: Плосконос В.Г., Примаков С.П., Черьопкіна Р.І., Антоненко Л.П., Мовчанюк О.М. – К.: НТУУ "КПІ", 2011. – 54 с.
11. Методичні вказівки до дипломного проектування для студентів спеціальності «Хімічна технологія переробки деревини та рослинної сировини». Примаков С.П., Барбаш В.А., Дейкун І.М., Орленко А.Т., Дорошенко М.П. – К.: КФТП, 2001. – 68 с.